

寒冷地方の海岸平野における 防災林の造成方法に関する研究

斎藤 新一郎*

Studies on the method for the shelterbelt establishment
along the coastal plains in Hokkaido, the cool temperate
region of Japan

Shin-ichiro SAITO*

抄 録

本論文は、わが国の寒冷地方、とくに北海道の海岸平野における防災林の造成方法について、そこに適合する材料と方法による、技術的な可能性を研究したものである。活物材料を用いる工法において、筆者は天然生海岸林、屋敷林、既往防災林、植栽実験の成果を検討し、新しい造成技術を考察しようと試みた。汀線から200m以上離れ、林帯幅員が100m前後与えられるなら、風下林冠高10mを目安にして、20年以内に効果ある林帯を造成することが技術的に可能といえる。そのためには、材料として自生樹種を用い、十分な地拵えを行い、機能的な防風土塁を設け、密植方式により、まず前生林をつくり、ついで基本林を組合わせていき、それらに対して確実な保育と更新を行う、という一連の寒冷地方にふさわしい新しい技術体系の確立が必要である。この技術体系は、北海道各地の海岸防災林造成に適用できるばかりでなく、山地における森林造成にも応用できる、と考えられる。

目 次

緒 論	133
I. 研究方法	134
1. 研究小史	134
2. 研究方法	135
II. 北海道の代表的な天然生海岸林	137
1. 日本海沿岸	138
2. オホーツク海沿岸	145
III. 北海道の代表的な防災林	151
1. 防風林	151
2. 防雪林	155

*北海道立林業試験場 Hokkaido Forest Experiment Station, Bibai, Hokkaido, 079-01

[北海道林業試験場研究報告 第22号 昭和59年12月, Bulletin of the Hokkaido Forest Experiment Station, No.22. December, 1984]

3. 飛砂防止林	157
4. 泥炭地造林	161
5. 屋敷林	164
IV. 防災林樹種の適応性	169
1. 自生樹種	169
2. 防災林樹種の適応性	170
3. 補完的な樹種	175
4. 外来樹種の評価	178
V. 土地条件の改良	183
1. 地拵えの意義	183
2. 先住植生の除去	184
3. 根張り空間の拡大	187
VI. 防風保護工	193
1. 防風保護工の意義	193
2. 防風柵	193
3. 防風土塁	195
VII. 植栽の手順	196
1. 樹種選択	196
2. 密植工法	198
3. 前生林の造成	202
4. 基本林樹種の導入	204
VIII. 林帯の維持	207
1. 保育の手順	207
2. 更新の考え方	209
3. 景観の保全	213
IX. 防災林造成の基本構想	214
1. 天然生林分析による技術原理	214
2. 造成林帯の技術的評価と適用	217
結 論	218
摘 要	218
文 献	220
付図 土壌断面図	225
附表 樹木名一覧	232
Summary	234

緒 論

わが国の寒冷地方、とくに北海道の海岸平野においては、明治維新以降の約 110 年間の開拓・開発期間中に（一部の地域では、既に江戸時代から）、原始林の大半が失われてしまった。森林伐採後の数十年間というもの、各地方の海岸線に発達した集落および農耕地は、無立木状態の風土を形づくってきた。その結果、入植者は、開墾によって森林を消滅させた仕返しとして、気候的な悪条件にさらされることになった。そして、このような場所に再び森林を造成しようと試みると、そこにははかり知れない困難さがあり、それは自然環境の厳しさによるものである、と考えられてきた。

北海道において、本州方面から導入された多くの樹種のうち、大半のものはこの寒冷地方で十分に生育できなかった。しかしながら、カラマツのように、特定の樹種が定着し、また、道南地方には、スギのように、ほぼ東北地方なみの成果をあげつつあるものもある。

一方、入植者のなかには、早くから、北海道に自生する樹種を用いて、屋敷や耕地を保護するための林帯を設けてきた人々もあった。これは、その土地の気候条件に対応して生活するためにとられた手段であって、必要から生じたものである。

北海道の開拓は鉄道網の発達とともに進んだともいえるが、多雪地方の鉄道では防雪林造成の必要が生じ、この場合には外国の技術が導入された（恵花，1965）。また、農耕地や集落の保護の必要から、政府や北海道庁による防風林造成も試みられてきたが、当初は本州方面の手法が導入された。今日では、しかしながら、これらの導入技術のみでは寒冷地方の立地条件に適合しない場合も多くある、ということが判明してきた。

したがって、社会的要請のつよい防災林造成においては、寒冷地方に適合する造成方法を案出すべきである、と考えられるようになってきた。さらに、最近では、社会条件の変化から、開拓地における林帯造成よりも、居住環境に密着した森林の役割に関心がもたれるようになってきた（東，1975）。たとえば、人口の集中する都市においては、公園・樹木園・休養林のように、保健的・景観的な意味をもつ緑地帯造成が行われるようになってきている（伊坂，1973）。

筆者は、農耕地における保護のための林帯についても、都市近郊における緑地帯についても、森林の造成方法には大きな違いがないとして、これまでの林帯造成技術を検討し、向上させて、適用範囲を広げ、新しい社会的要請にも応じられるようにしなければならない、と考えた。

本論文は、わが国の寒冷地方の海岸平野における防災林の造成方法について、そこに適合する材料と方法による技術的な可能性を研究したものである。

本研究を遂行するに際し、北海道大学農学部の大東三郎教授には終始有益な指導と助言をいただいた。また、本論文を草するに際し、東教授はじめ北海道大学農学部の大金永治教授、五十嵐恒夫助教授、新谷融助教授、および故村井延雄元教授には懇切な指導と助言をいただいた。そして、本研究の進行に際し、北海道立林業試験場の伊藤重右エ門緑化部長には懇切な教示と激励をいただいた。さらに、北海道立林業試験場、北海道林務部治山課、各支庁林務課、各市町村林務係、北海道営林局、および日本国有鉄道営林係の関係各位には、また、各地の屋敷林所有者には、本研究の調査や取りまとめについて、多大な協力をいただいた。以上の各位に深甚な感謝の意を表す。

なお、本論文は「北海道大学審査学位論文」である。

I. 研究方法

1. 研究小史

北海道における、樹木の植栽の歴史をみると、環境保全や災害防止を目的とした防災林造成は、経済林のそれよりも早くから始められた。そして、広義の防災林造成のなかで、最も歴史の古いものが屋敷林の造成である。これは、各地方における入植ないし移住の歴史によって異なるが、開拓にともなって失われでいった森林の効用を、日常生活の上で部分的にはあっても復元することを余儀なくされ、実行されてきたのである。

この屋敷林に関する研究は、その意義・歴史・植栽方法などについてまず服部（1943）が言及し、ついで柄多（1960）が啓蒙書を著した。これらは、庭木・生垣などの園芸的な面、あるいは農用林的なものに力点が置かれている。したがって、防災林を造成するという観点からの研究は多くなく、東（1975）、東海林（1967）、斎藤（1966, 1973e）、斎藤ほか（1973b, 1974a, 1978）などの報告や論文があるにすぎない。

ついで古い防災林は、鉄道防雪林の造成である。これは、北海道における鉄道の敷設にともない、その緊急度が極めて高いことから、約 60 年前から開始されてきた。しかし、材料と方法がともに外来（おもに、北ヨーロッパ）のものであり、それらを各地方に順応させるための大きな努力がなされてきた（国鉄施設局, 1960）。しかも、その体系的な造成方法の研究は乏しくて、樹種・生長量・防雪効果などの植栽成績や効果についての検討が大半である。そして、今日では、外来樹種や従来の植栽方法では雪害のために成林が困難な場所において、新しい造成方法が開発されつつある。また、後藤（1974）は効果の早期発現と永続をはかって、列植え方式を試みた。

営林局による防災林造成は、1945 年以前から始められ、飛砂地の砂防造林については本州方式のクロマツ植栽（中川ほか, 1940-41）が主流であったが、自生樹種のトドマツなどを用いた植栽もあった。一時期には外未樹種の導入が盛んに行われたが、今日では自生樹種に関する研究や報告が増加しつつある。しかし、内陸部ではカラマツの防風林が主体であるし、道央地方でのヨーロッパトウヒ、道南地方でのクロマツ植栽はなお盛んである。

北海道による民有林治山事業は 1945 年以降に行われ、当初は本州方式のクロマツ造林であった。そして、今日でもなお、可能な限り、海岸林にはクロマツを植栽するという考えは根強く、それを裏づけようとする調査報告が多数ある。クロマツに不適な、より寒冷な海岸線には、外国産マツ属の導入がはかられた。しかし、植栽後の数年間はよい初期生長を示したが、やがて雪害・寒風害・生物害などを受け、それらのほとんどが衰退・消滅してしまった。一方、自生樹種の必要性・有用性は当初から主張され続けてきた。そして、今日では、その成績調査によってそれらの適応性が証明されており、それらの植栽方法も研究されている。

防災林造成に関する、ある程度の体系だった研究は、ヤナギ埋技工による前生林造成（新井, 1967）、広葉樹とトドマツの組み合わせ（東海林ほか, 1967）、先駆樹種と恒久樹種の組み合わせ（平, 1961）、防風土塁とヤナギ防風生垣（土屋, 1971）、泥炭地の土質と地拵え（野呂田, 1973）、海岸林の位置・樹種・保育（早坂ほか, 1972）などがある。また、伊藤は、北海道の民有林治山、とくに防災林造成の成果をまとめ、環境条件を検討し、治山用苗木の育成・植栽方法の試験を行ってきた（伊藤・今, 1968；伊藤・斎藤, 1971；伊藤, 1973；伊藤ほか, 1974）。

東は、ヤナギ類の埋技工、トドマツの束植え、火山灰層の介在と根張り、地表変動と植物社会の変化など、森林の環境因子を動的に捉えた。また、自生樹種の植栽方法を開発し、前生林と基本林の組合

わせ、林帯造成試験の実行などの活物工法全般についての先駆的理論と実験を考察し、これらの現地への適用に指導的役割を果たしてきた（東，1964，1975，1979）。

2. 研究方法

活物材料を用いる工法，つまり，防災林造成においては，その技術的な認識をもち，有限な材料を有効に用いる方法を探る必要がある。換言すれば，活物工法の時間的・空間的な可能性と限界をよく理解して，与えられた環境条件下において，可能性をできるだけ拡大しつつ，理論および技術をその限界に近づけることである。そのためには，第一に天然生林の構成を空間的に分析することであり，第二に既往人工林の成果を時間的に分析することである。第一および第二の結果を総合し，次の防災林造成事業へ方法論的に展開していくのである。この場合，樹木群（植物体）を通じて環境条件を知り，植栽実験で仮説を実証することが必要である。

また，野外調査（事実）から，仮説（抽象）を経て，実行（実験）に進む過程において，研究史を学び，先人たちの思考・仮説・実験を自分の方法論に取り入れていくことも重要な側面であるにちがいない。

以下に，筆者の研究方法を論じてみる。



図-I-1 海岸線の地域区分（札幌管区気象台，1964を参考にした）

Fig. I-1. Climatic division of coast lines of Hokkaido.

防災林造成からみた北海道の海岸平野の地域区分は，気候区分にほぼしたがって，①日本海沿岸，②太平洋沿岸西部，③太平洋沿岸東部，および④オホーツク海沿岸に大別される。そして，植物分布・造成事業の諸成果などから，日本海沿岸は北・中・南部に，オホーツク海沿岸は北・東部に小区分される（図-I-1）。なお，隣接地方および歴史的・技術的な先進地として東北地方も部分的に対象地として組入れた。

なお，本論文で取扱う防災林の種類ないし範囲は，気象的な防風林・防雪林とよ土壤的（および気象的）な海岸砂地造林（防潮林を含む）・泥炭地造林とに限定する。これらは狭義の防災林であり，活物工法（木本植栽工法）はさらに広い範囲に及び，山腹植生工・水害防備林・環境保全林などをも包含していて，広義の防災林とよぶこともできる。わが国で昔から実行されてきた砂防造林ないし治山造林も，

後者に相当するとみてよいであろう（表-I-1）。

木材生産を第一目的としない，活物工法としての防災林造成は，古くから世界各国で実行されてきた。この用語としては，Shelterbelt（防護林帯），Windbreak（防風林），Windscreen（防風生垣），Trees outside the forest（非経済樹木群，LINDE，1962），Special plantations（特殊造林，FAO，1963），Lebendbau（活物工法，SCHLÜTER，1971）などがある。各国の用語の概念は少しずつ異なっており，このことは各国の自然条件や歴史の違いに由来すると考えられる。

筆者はかつて，北海道において造成された防災林の実績を，1964年に勇払地方で，1966年に砂坂海岸林で観察し，寒冷地方の海岸平野における防災林造成に関する研究の必要性を痛感した。

表-I-1 防災林の種類

Table I-1. Kinds of shelterbelts.

大区分	小区分	担当部局
防災林（狭義）	防風林 防雪林 海岸砂地造林 泥炭地造林	治山 鉄道 治山 "
災害防備林	山腹植生工 なだれ防止林 ダムサイト植栽工 水害防備林	治山 " 砂防 "
環境保全・保健 休養林	屋敷林 道路林 街路樹・公園樹 公害遮断林	（個人所有） 土木 都市計画 "

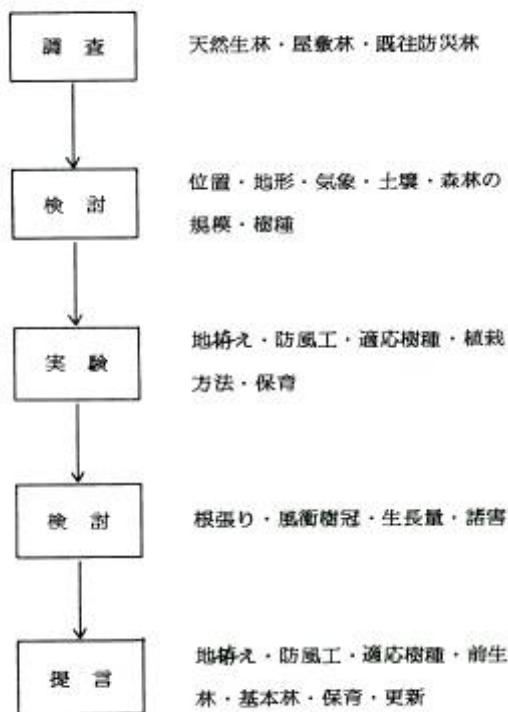


図-I-2 研究方法

Fig. I-2. The method of studies.

そこで、先進地の海岸林を知る必要から、1965年に鹿児島県西部・種子島、茨城県、1966年に神奈川県、新潟県北部・佐渡、秋田県南部（斎藤、1967b）1967年に青森県、秋田県、山形県よ新潟県中部、および1970年には北陸地方（斎藤、1971a）において先進事業の実績を調査した。そして、これらの本州方面で発達した技術および材料としてのクロマツが、これまでの導入経過からみて、寒冷地方には適用が困難であると考えた。

これらのことから、筆者は下記の方法により、適応樹種の選定・植栽方法ならびに植栽地の環境（土地・気象）改良方法を主項目とした、寒冷地方における林帯造成方法について研究を進めた（図-I-2）。

(1) 天然生海岸林については、1967年に北見営林局（現支局）管内各地（斎藤、1968b）、1968年に稚内・天塩（斎藤、1968c）および浜頓別営林署管内（斎藤・東、1971）、1970年に宗谷地方（斎藤・伊藤、1971a）、1971年に留萌地方（斎藤ほか、1972）、1972年に石狩地方（斎藤ほか、1973a）、留萌地方、1973年に宗谷・留萌地方、そして1974年に利尻島（斎藤、1976c）、宗谷・留萌地方の調査をした。また、なだれに関して、1965年に道北地方、1967-68年に道南地方を調査した（図-II-1）参照）。

(2) 海岸平野における屋敷林については、1965年に勇払地方（斎藤、1966）、1966-72年に道内に利尻島（斎藤ほか、1974a）の調査をした（図-III-14参照）。

(3) 防災林造成事業の成果については、1965年に留萌・宗谷地方、1966年に函館営林局（現支局）管内（斎藤、1967a）、1967年に北見営林局（現支局）管内（斎藤、1968b）、胆振・日高地方、1968年に旭川営林局（現支局）管内（斎藤、1968c）、

渡島・桧山地方、十勝地方、釧路・根室地方、1969年に石狩・後志地方、1970年に宗谷地方（斎藤・伊藤、1971a）、十勝地方（斎藤、1971c）、釧路・根室地方、渡島・桧山地方、1971年に留萌地方（斎藤ほか、1972）、1972年に石狩地方、空知地方、そして1973-74年に宗谷・留萌地方、旭川営林

局管内（斎藤、1968c）、1968年に旭川営林局（現支局）管内（斎藤、1968c）、

局（現支局）管内の既往林地を調査した。また、鉄道防雪林の成果については、1967年に天北線（斎藤・上牧，1967）、羽越線，1968年に函館本線，砂原線，1969-74年に宗谷本線，天北線，函館本線，興浜北線，留萌線（斎藤ほか，1972）などを調査・観察した（図-III-1，III-8参照）。

（4）防災林造成のための植栽試験は、筆者の方法を実行に移したものであって、1965年から勇払地方の浜厚真（斎藤，1969a）および幌延町間寒別（斎藤・工藤，1966）において開始し、函館本線，北海道大学桧山地方演習林，石狩町花畔，幌延町下沼などにおいても順次行ってきた。また，自生広葉樹を植栽するために，それらの育苗方法に取組み（斎藤，1973b，1976b；斎藤・水井ほか，1979a），それらの植栽試験も1974年から始めた。さらに，耐風性・耐雪性・耐雑草性を高める植栽方法として，列植え（斎藤，1978c，1981c），束植え（斎藤ほか，1974b），斜植え（斎藤，1974），深植え（斎藤，1981d）などを行っている。

以上のように，筆者は，天然生海岸林，屋敷林，既往防災林，植栽実験の成果を検討し，新しい造成技術を考察しようと試みた。

II. 北海道の代表的な天然生海岸林

北海道の海岸線には，天然生林が各地に残っている。これらは，開拓が海岸線から始まり，漁業が

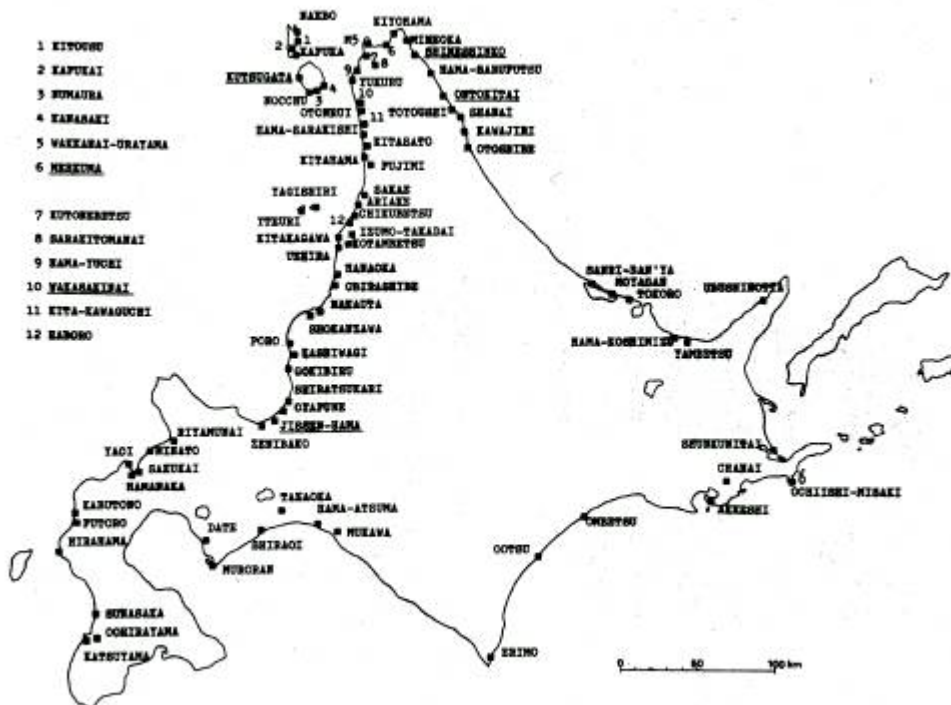


図- II - 1 天然生海岸林の調査地位置図

Fig. II - 1. The sites of natural forests investigated along the coast lines of Hokkaido.

盛んであったこともあって、千古不斧の天然林（原始林）のまま残っているのではなく、かなり人手が入りこ萌芽更新などによる二次林が大半を占めていると考えられる。

筆者が調査ないし観察した天然生海岸林は、図-Ⅱ-1のとおりである。

1. 日本海沿岸

日本海沿岸は強風地であるが、天然生海岸林が大小多数残っている。

1) 稚内市メークマ

これは、宗谷海峡に面し、稚内営林署の海岸防風保安林であり、なだらかな砂丘列の上に成立している。2-3列の砂丘は、比高2-3mで、砂丘間に湿地をもち、土壌母材は中～細粒の砂丘砂であり、火山灰層が介在し、これに根系が多く集まり、下層の砂は構造的にきわめて堅く、ときに粘土層あるいは泥炭層を含んでいる。

林帯の幅は500m、長さが約3kmあるが、荒廃が進んで、2団地（幅150-200m、長さ0.5-1km）しか残っていない。すなわち、戦時中の小面積伐採、国道238号線の新設（第一砂丘植生・林縁の

破壊、排水の不良化）などが原因で、森林の退化が進みつつある。全体として、林帯は風上および風下林縁にミズナラの低い林分と、中央部にトドマツの高い林分をもっている。

ミズナラ林分は、いくぶん湿地化した場所にあり、後方のトドマツ林分に対して保護効果を与えている。樹高は2-3mから3-4mへと漸増しているが、風衝形がいちじるしく、多幹形であり、シラカンバや他の広葉樹が少数まじっている（図-Ⅱ-2）。

トドマツ林分は、ミズナラ林分に続く風上部で風衝形がいちじるしく、樹高が3-4mから急に6-8mに高まり、漸増して9-10mに達している。林

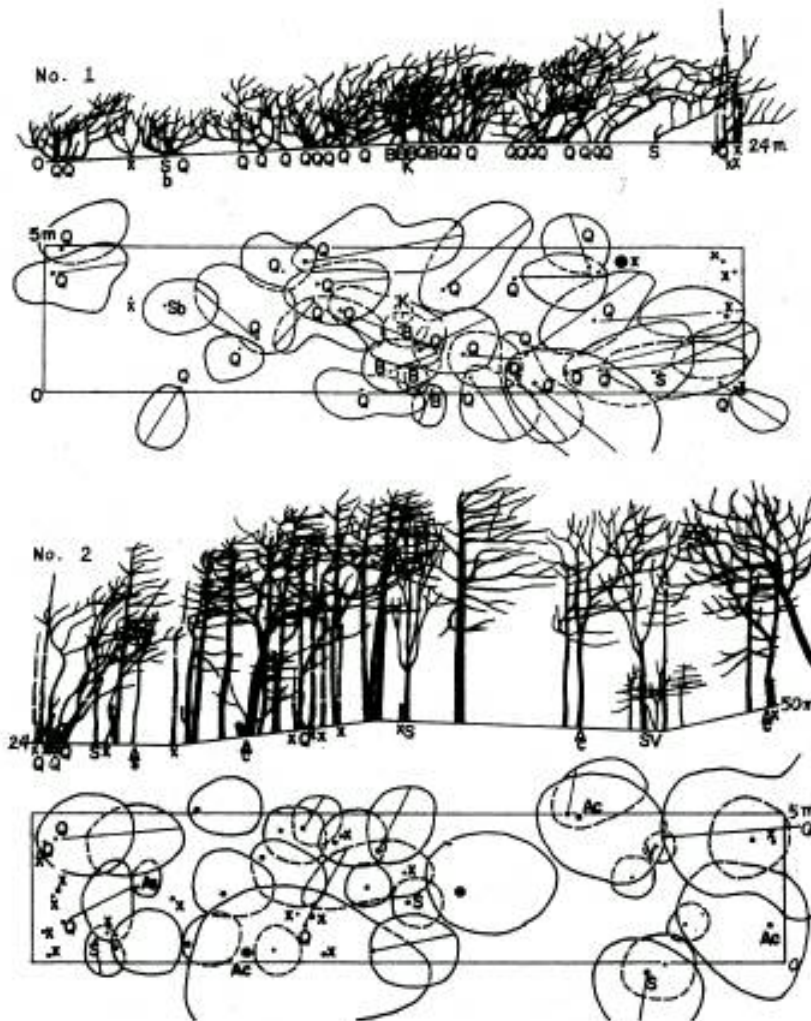


図-Ⅱ-2 ミズナラ林分 (No.1) とトドマツ林分 (No.2) の带状区 (稚内市メークマ)

Fig. II-2. Bel-transects of *Quereus mongolica* var. *grosseserrata* stand (No.1) and *Abies sachalinensis* stand (No.2) at Mehkuma, Wakkanai, northernmost Hokkaido.

内には、大きな樹冠をもつミズナラ・イタヤカエデ・ナナカマドが混交している（図－Ⅱ－2）。立木30本のうち、トドマツが18（上木15）本あり、胸高直径は上木で10－30 cmあった（表－Ⅱ－1）。この後方では、トドマツが減って全体の約3分の1となり、ナナカマド・コシアブラ・イタヤカエデの比率が高くなる。林床にはクマイザサが生育し、トドマツの稚苗は少ない。

表－Ⅱ－1 天然生海岸林の林相（稚内市メークマ）
Table II-1. Belt-transects of *Quercus mongolica* var. *grosseserrata* stand and *Abies sachalinensis* stand at Mehkuma.

Species	樹種	樹高* Height	胸高直径 Dbh	樹冠径 Dcw	本数*** Number
		m	cm	m	本
No. 1 ミズナラ林分					
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	ミズナラ	2-4	4-14	1-5	24
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	(B) シラカンバ	2-2.5	2-3	1-2	4
<i>Salix hultenii</i> var. <i>angustifolia</i>	(Sb) エゾノバッコヤナギ	2	4	2	1
<i>Sorbus commixta</i>	(S) ナナカマド	2.5	8	2	1
<i>Kalopanax picycus</i>	(K) ハリギリ	2	3	1	1
Dead trees	(X) 枯れ木	—	—	—	6
Mean total	平均計	2.5	8	2.5	37
No. 2 トドマツ林分					
<i>Abies sachalinensis</i>	トドマツ	(2-)5-8	(3-)10-30	(1-)2-3	18
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	(Q) ミズナラ	4-6	8	2-3	4
<i>Acer mono</i>	(Ac) イタヤカエデ	8	15-28	2-6	3
<i>Sorbus commixta</i>	(S) ナナカマド	7-8	7-16	1-3	3
<i>Acanthopanax</i> <i>sciadophylloides</i>	(As) コシアブラ	5	7	1	1
<i>Viburnum furcatum</i>	(V) オオカメノキ	2.5	2	1	1
Dead trees	(X) 枯れ木	-7	—	—	13
Mean total	平均計	7	16	3	43

※ () は林床の劣勢木ないし稚樹の数値

※※ むしろ、株数といえる。

Dbh : Diameter of breast height, Dcw : Diameter of crown.

樹幹解析からみると、トドマツは高さ0.3mに達するのにほぼ10年間を要している。5本の測定値からみて、50年間でわずか5mの樹高生長にすぎず、とくに初めの20-30年間の上長生長が遅い。ミズナラでは、樹高2.5mで、0.3m地上高の年輪数が45以上であった。

メークマ海岸林の構成をみると、ミズナラの風上林分は樹高5mが限界とみられる。ここのミズナラ優占度は風下林分のそれより高く、漸高林冠と高密度とによって強風に耐えているといえる。林床に稚樹がみられないことから、ミズナラは萌芽更新が考えられる。

主林帯をなすトドマツ林分は、数種の広葉樹と混交し、優占度は25-73%と変動が大きい。ミズナラ林帯の効果は大きく、これを欠いたトドマツ林が高さ2mから始まるのに対して、これをもつ林分は高さ4-5mから始まる。枯損した大径木も、現存木と同じように、樹高は10mが限界とみられる。

2) 利尻町杓形

杓形市街に東接する町有保安林は、南北が約3km、東西が約700mあり、面積が約160haあるが、疎林部分や無立木地が広く存在し、さらに1972年8月末の暴風による風害跡地が約56haもある。この森林は、杓形熔岩流(松井ほか、1967)とよばれる、約2万年前の岩塊の重なった土地に成立している。

林内には、長径1m以上の岩塊、数10cmの岩石が累積し、局部的に凹凸のある微地形がみられる。地表にはリダー層が2-5cmあり、地下部には火山灰・ふしょく複合層が5-10cmある。この下位に火山灰層が存在し、岩石の間隙は火山灰で充たされ、根張り均深さは約20cmである(付図-1-a-c)。

帯状区 No.1 は、海に近いトドマツの小林分であるが、風衝形がいちじるしく、樹冠が長い。樹高は風上で3m、風下で8mあり、胸高直径が約22cm、樹冠径が約4mあって、立木密度は約1,000本/ha、樹冠うっ閉度は約45%であった(図-II-3)。低木層は貧弱であり、大型草本が生育している。

帯状区 No.2 は、トドマツにエゾマツを交えた林分で、やや中央部にあり、道路拡幅工事によって風上林縁の枯損が進んでいる。風衝形は枯端部の1-2mにみられる。立枯れ木・風倒木が多く、広葉樹は低木層に限られた。この林分の樹高、胸高直径、樹冠径、立木密度、うっ閉度は、それぞれ、9-12m、約35cm、約5m、約700本/ha、約50%であって、枯れ木も加えると約1,000本/ha、約65%となる。

帯状区 No.3 は、山側にあり、風衝形がほとんどみられない。ここでも広葉樹高木を欠き、トドマツ・エゾマツ混交林分が数本~数10本の小群からなり、孔状に無立木部分が散在している。樹高が10-12m、胸高直径が約35(24-45)cm、樹冠径が3-6m、立木密度が約800本/ha、うっ閉度が約65%であった(表-II-2)。林床には木本が少なく、トドマツ・エゾマツの更新稚苗が乏しい。なお、沢地には、樹高3-7mのヤチダモ・シウリザクラが多数みられる。

伐り株の年輪数は、樹種と直径に関りなく、82-109であって、株高までの年数を加えると、推定樹齢は96-124年となる。また、利尻町による風倒木調査野帳では、年輪数が80-100であった。

このトドマツ林分およびトドマツ・エゾマツ林分は、岩石原の隙間や火山灰・ふしょく土層に根張りし、林齢90-130年の一斉林タイプである。林冠高は風上部分で6-10m、風下部分で11-13mあり、胸高直径が約35cm、樹冠径が4-5mあり、立木密度が800-1,000本/ha、うっ閉度が50-70%であって、更新稚苗はきわめて乏しい。

3) 豊富町稚咲内

サロベツ湿地帯の西方には、数列の砂丘群がある。砂丘列間は低湿地・沼沢となり、砂丘上には天然生トドマツ林が存在し、幅員が約800mある。天然更新が比較的良好であり、林床のクマイザサはやや疎生している。砂丘砂の上には、利尻火山から噴出した火山灰の降下堆積層が存在する。

第一砂丘は、汀線から約600m離れ、ミズナラの風衝林分でおおわれ、林帯幅が約50mある。砂丘高は5m前後で、風上側の樹木はいちじるしい風衝樹冠となり、風下側でも樹高5mである。一株から数本の幹が立ち、胸高直径は5-20mであり、一部は伐採後の萌芽二次林とみられる(図-II-4-a)。

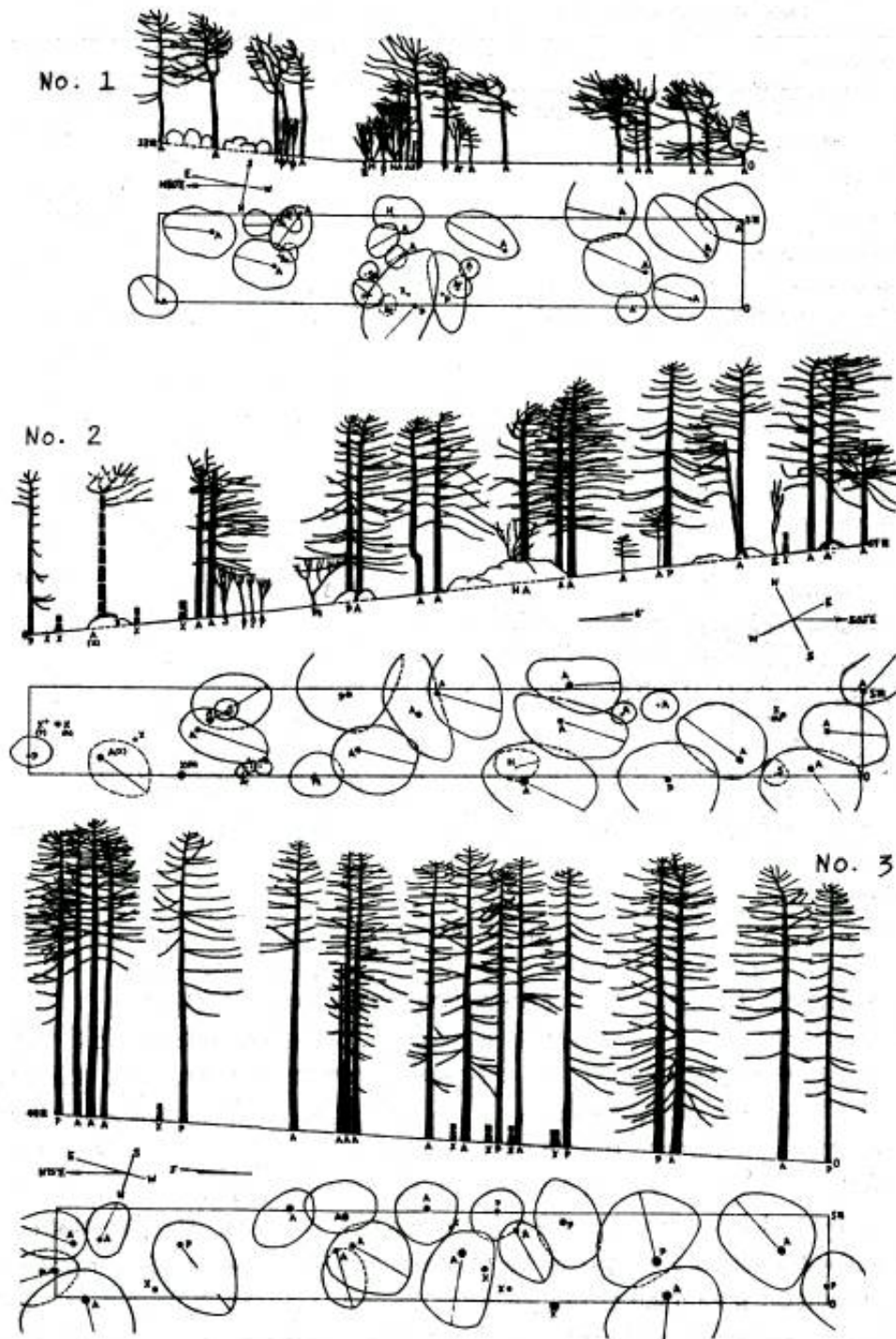


図-Ⅱ-3 杓形海岸林の带状区 (利尻町杓形)
 Fig. II-3. Belt-transsects of *Abies sachalinensis* stands at
 Kutsugata, Rishiri Island, northernmost Hokkaido.

表- II -2 天然生林の林相 (利尻町沓形)

Table II -2. Belt-transects of *Abies sachalinensis* stands at Kutsugata.

Species		樹種	樹高 Height	胸高直径 Dbh	樹冠径 Dcw	本数 Number
No. 1			m	cm	m	本
<i>Abies sachalinensis</i>	(A)	ト ド マ ツ	3-8	13-33	3-5	15
<i>Picea jezpensis</i>	(P)	エ ズ マ ツ	6, 7	19, 26	3, 5	2
<i>Aralia elata</i>	(Ar)	タ ラ ノ キ	2	2-3	1-2	4
<i>Hydrangea paniculata</i>	(H)	ノ リ ウ ツ ギ	4	5	3	1
<i>Morus bombycis</i>	(M)	ヤ マ グ ワ	3	2	2	1
<i>Sambucus siedoldiana</i> var. <i>miquelii</i>	(Sm)	エ ズ ニ ワ ト コ	2	2	1	1
Dead trees	(X)	枯 れ 木	—	15	—	1
Mean total		平均計	6	22	4	25
No. 2						
<i>Abies sachalinensis</i>	(A)	ト ド マ ツ	9-11	24-43	3-6	14
<i>Picea jezpensis</i>	(P)	エ ズ マ ツ	9-12	17-38	2-6	3
<i>Aralia elata</i>	(Ar)	タ ラ ノ キ	2	2-3	1	3
<i>Sorbus commixta</i>	(S)	ナ ナ カ マ ド	3, 5	3	1, 2	2
<i>Phellodendron amurense</i>	(Ph)	キ ハ ダ	2	3	3	1
<i>Hydrangea paniculata</i>	(H)	ノ リ ウ ツ ギ	2	2	2	1
Dead trees	(X)	枯 れ 木	—	17-40	—	6
Mean total		平均計	10	35	5	30
No. 3						
<i>Abies sachalinensis</i>	(A)	ト ド マ ツ	10-12	24-45	3-6	12
<i>Picea jezpensis</i>	(P)	エ ズ マ ツ	10-12	23-48	3-6	6
Dead trees	(X)	枯 れ 木	—	24-45	—	5
Mean total		平均計	11	35	4	23

林床はササと低木類におおわれ、放牧による根系露出のような林床破壊もみられる。

第二砂丘から後方では、トドマツ林分が各砂丘上に存在し、天然更新木も植栽木も、ともに生育が良好である。第二砂丘のトドマツ林分は、第一砂丘の林縁帯との間が農地に拓かれたから、風上部分に枯損が目立っている。ここでは、広葉樹類の混交が多い。林冠高は風上部分で8-13mあり、風下部分では14-20mある。全般的に、林床はササ型であり、稚苗は団地状に散在している(図-II-4-b)。

樹幹解析によると、トドマツの生長量は、高さ0.3mまでを発芽から10年間とみなすと、高さ5mに約50年、10mに達するのに60-100年を要したと判断された。しかし、第二層の更新木は被圧されて、50年間でも高さ3mに達していない。また、林床の稚苗では、高さ0.3mに6年間、1mに約15年間という比較的速い生長を示す個体もある。

第一と第二の砂丘から天然生林の構成をみると、稚咲内砂丘の風衝林分では、第一砂丘はミズナラが優占する広葉樹林分からなり、風衝がいちじるしいために、上層と下層の区別がなく、立木密度は7-10本/5m×5mであった。第二砂丘では、トドマツが優占しているが、本数比率は40-60%で、広葉樹の混交率が高い。この林冠高は10m以上あり、上木の本数比率は40-65%を占め、下層木も数多い。立木密度は5-6本/5m×5mであり、枯損木が多い(表-II-3)。

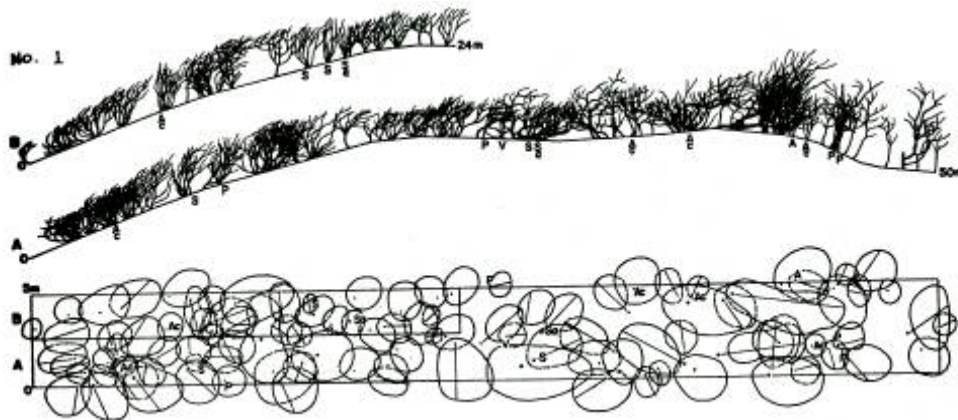


図-Ⅱ-4-a ミズナラ林の帯状区 (豊富町稚咲内)

Fig. II-4-a Belt-transect of *Quercus mongolica* vae. *grosseserrata* forest at Wakasakinai, Toyotomi, northern Hokkaido.

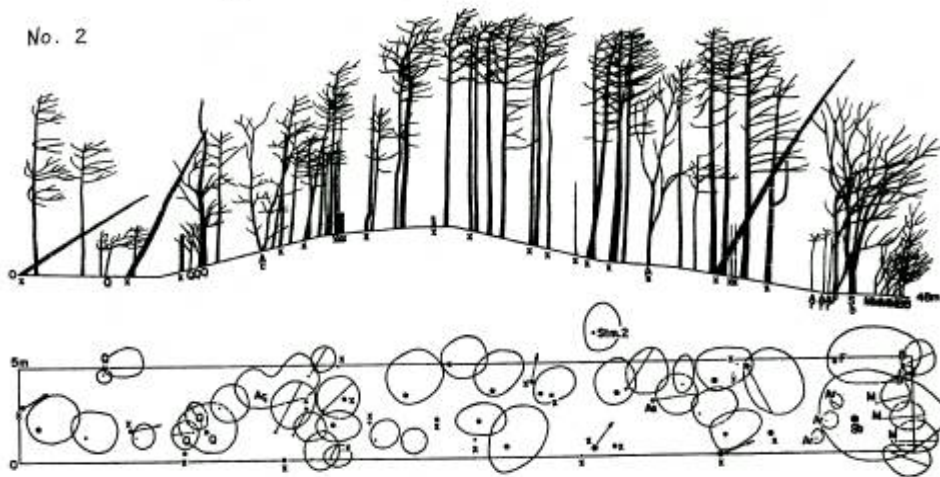


図-Ⅱ-4-b トドマツ林の帯状区 (同上)

Fig. II-4-b Belt-transect of *Abies sachalinensis* forest at Wakasakinai.

4) 石狩町十線浜

石狩湾沿いに広がる海岸砂丘は、長さが約 25 km、幅が 500-1,200mあり、標高 10m以下である。これは、日本海沿岸では、稚咲内砂丘とともに、代表的な砂丘のひとつである。これは汀線に平行する数列の砂丘群からなり、波状地形を呈し、低部の砂丘列間の湿地にはトクサが生育している。

汀線から内陸へ向って、幅 100mくらいは裸砂地と、ハマビルガオ・ハマニガナほかの砂草生育地とであり、150-200mくらいまでにハマニンニク・ハマナスなどの砂丘植物が繁茂している。汀線からほぼ 200m地点で海岸林が出現し、その幅員は 500-1,000mである。カシワ・ミズナラを主体とし

表-Ⅱ-3 天然生林の林相（豊富町稚咲内）

Table II-3. Belt-transects of *Quercus mongolica* var. *grosseserrata* forest and *Abies sachalinensis* forest at Wakasakinai.

Species	樹種	樹高 Height	胸高直径 Dbh	樹冠径 Dcw	本数 Number
		m	cm	m	本
No. 1 ミズナラ林					
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	ミズナラ	(2-)3-5	4-8-14	1-4	87
<i>Acer mono</i>	(Ac) イタヤカエデ	2-3	2-5	1-2	5
<i>Prunus sargentii</i>	(P) エゾヤマザクラ	1.5-4	3-8	1-2	4
<i>Sorbus commixta</i>	(S) ナナカマド	2.5-3	2-8	1-3	4
<i>S. alnifolia</i>	(Sa) アズキナシ	2	2, 5	1, 2	2
<i>Viburnum furcatum</i>	(V) オオカメノキ	2	2	1	1
<i>Abies sachalinensis</i>	(A) トドマツ	2	3	2	1
Mean total	平均計	3	8	2, 5	104
No. 2 トドマツ林					
<i>Abies sachalinensis</i>	トドマツ	(3-)8-13	(4-)10-14	1-3	27
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	(Q) ミズナラ	2-6	4-25	1-3	4
<i>Morus bombycis</i>	(M) ヤマグワ	2-3	3-5	1-2	4
<i>Aralia elata</i>	(Ar) タラノキ	3-4	2	1	3
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	(B) シラカンバ	3, 5	2, 4	1, 2	2
<i>Salix fultenii</i> var. <i>angustifolia</i>	(Sb) エゾノバッコヤナギ	11	32	5	1
<i>Acer mono</i>	(Ac) イタヤカエデ	8	10	3	1
<i>Acanthopanax</i> <i>sciadophylloides</i>	(As) コシアブラ	10	15	2	1
<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i>	(F) ヤチダモ	7	15	3	1
Dead trees	(X) 枯れ木	4-13	2-28	-	20
Mean total	平均計	10	13	2	64

て、イタヤカエデ・ヤマグワ・ハリギリ・イヌエンジュ・シナノキ・キハダ・ハシドイ・ケヤマハンノキ・ハルニレ・バッコヤナギなどが混生しており、林床にはクマイザサが生育し、コマユミ・草本類がみられる。

十線浜における植生調査によると、海岸林の幅は約 650mあり、森林は汀線から約 250mから出現する。5m×100mの帯状区調査によると、最初の 100m（帯状区Ⅰ）では、カシワが 82%と多く、ミズナラ・ヤマグワ・イタヤカエデの 3種だけが混生して、いちじるしい風衝樹冠をなし、高さ 2-3mの疎林である。風害のほか、積雪の沈降圧による幹折れ・枝抜けがみられる。

汀線から 460-560m（帯状区Ⅱ）では、樹種数が増し、林冠が連続して、その高さが 5-7mになる。カシワはなお 69%の出現率を占め、ミズナラがやや増加する。風の影響は小さくなるが、複数幹

をもつ株はなお多くみられる。

帯状区Ⅲ（660-760m）では、カシワよりミズナラが多くなり、林冠が高まって6-8mとなる。中層にヤマグワが多く、上層にはハルニレのような海岸林に稀な樹種が混生してくる。

帯状区Ⅳ（860-920m）は、後縁に近く、林冠高は8-10mであり、カシワがみられなくなる。ミズナラが主体となるが、その出現率は低く、多くの樹種の混交した林分となっている（表-Ⅱ-4）。

表-Ⅱ-4 帯状区に出現する樹種（石狩町十線浜）

Table II-4. Belt-transects of *Quercus dentata* and *Q. mongolica* var. *grosseserrata* forests at Jissen-hama, Ishikari, central Hokkaido.

Species	帯状区 樹種	I※		II		III		IV	
		本数	出現率	本数	出現率	本数	出現率	本数	出現率
			%		%		%		%
<i>Quercus dentata</i>	カシワ	92	82	38	69	22	22	—	—
<i>Q. mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	ミズナラ	2	2	9	16	29	29	14	27
<i>Morus bombycis</i>	ヤマグワ	11	10	3	5	33	33	7	13
<i>Acer mono</i>	イタヤカエデ	6	5	1	2	9	9	7	13
<i>Kalopanax pictus</i>	ハリギリ	—	—	2	4	5	5	7	13
<i>Maackia amurensis</i> var. <i>buergeri</i>	イヌエンジュ	—	—	1	2	—	—	4	7
<i>Tilia japonica</i>	シナノキ	—	—	—	—	—	—	4	7
<i>Ulmus dovidiana</i> var. <i>japonica</i>	ハルニレ	—	—	—	—	1	1	4	7
<i>Salix bakko</i>	バッコヤナギ	—	—	—	—	1	1	—	—
<i>Sorbus alnifolia</i>	アズキナシ	—	—	—	—	—	—	2	4
<i>Aralia elata</i>	タラノキ	1	1	—	—	—	—	5	9
<i>Lonicera morrowii</i>	キンギンボク	—	—	1	2	—	—	—	—
Total	計	112	100	55	100	100	100	54	100

※ 汀線から内陸に向っての距離は次のようである。

I : 260-360, II : 460-560, III : 660-760, IV : 860-920m.

2. オホーツク海沿岸

オホーツク海沿岸東部の砂丘林については、舘脇（1961）の研究があり、天然生林はカシワ・ミズナラが主体となっている。北部には砂丘があまり発達しないが、頓別平野から猿払原野にかけては、砂丘がみられ、そこに天然生林が部分的に残っている。

1) 浜頓別町オントキタイ

この海岸には、新旧二列の砂丘がみられ、それらは沖積世後期の第一砂丘と、沖積世初期の砂堤列（第二砂丘）とからなり、両者は低湿地により分断されている。第一砂丘には火山灰薄層が介在し、湿地には泥炭層がみられる。

とから複幹が形成され、樹高に比較して樹冠がいちじるしく大きい。風下側の、保護下のトドマツ若木は通直であり、約 30 年生で林冠上縁に達している。ヤマナラシは、わずか 14 年生でそこに達している。また、風上林縁のアカエゾマツは、50-60 年を要して高さ 4.5m に達しているが、樹冠および幹がいちじるしく偏形・偏心し、風下側にアテ材がみられた。これには風力による樹冠傾斜・根切れのほか、飛砂による影響も考えられる。

表-Ⅱ-5 海岸林の相林 (浜頓別町オントキタイ)
Table II-5. Belt-transect of *Abies sachalinensis* and *Sorbus commixta* mixed forest at Ontokitai.

Species	樹種	樹高 Height	胸高直径 Dbh	樹冠径 Dcw	本数 Number
		m	cm	m	本
<i>Abies sachalinensis</i> (A)	トドマツ	(2.5-)4-5	(3-)10-35	2-5	33
<i>Picea jezoensis</i> (P)	エゾマツ	4.4-5	10-25	2-3	3
<i>P. glehnii</i> (Pg)	アカエゾマツ	4, 4.5	15, 20	3, 4	2
<i>Sorbus commixta</i> (S)	ナナカマド	3-4.5	3-8	1-4	29
<i>Acer mono</i> (Ac)	イタヤカエデ	2.5-4.5	2-7	1-3	14
<i>Euonymus macropterus</i> (E)	ヒロハツリバナ	2-3.5	1-3	1-2	12
<i>E. oxyphyllus</i> (Eo)	ツリバナ	2-3	1-2	1-2	11
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i> (Q)	ミズナラ	(2.5-)3.5-5	4-7	1-3	7
<i>Populus siedoldii</i> (Ps)	ヤマナラシ	2-4.5	1-5	1-2	6
<i>Acanthopanax</i> <i>sciadophylloides</i> (As)	コシアブラ	3.5-4	3-7	1-2	5
<i>Kalopanax pictus</i> (K)	ハリギリ	2.5-4	2-5	1-2	5
<i>Salix sachalinensis</i> (Ss)	ナガバヤナギ	4.5, 5.5	12, 25	3, 4	2
<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i> (F)	ヤチダモ	2.5, 4	2, 4	1, 2	2
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i> (B)	シラカンバ	3.5	6	3	1
Mean total	平均計	4.5	8	2.5	132

2) 猿払村シネシンコ

ここの防災林造成地内には、小さい林分(樹木群)をなして、天然生林が散在している。シネシンコの地名は、アイヌ語のシュンク(アカエゾマツ)に由来し、かつてはここにアカエゾマツ林が存在したと考えられるが、現在では、トドマツ・広葉樹類の混交した小林分があるにすぎない。土性的には、40m段丘堆積物であり、砂礫層からなるが、表層土は粘土質の場所が多く、地表ふきんには火山灰層とみられる一層をもち、根張りは浅い(付図-2-i)。

ここの最大の林分に帯状区を設定した(図-Ⅱ-6)。ここでは、林冠高が5mにすぎず、海側が低く、内陸側もいくらか低くて、風衝形をなしている。とくに海側では、トドマツがいちじるしく密生し、3.5本/m²の値を示した。下層木がほとんどなく、トドマツのほか、ナナカマド・ダケカンバ・ハリギ

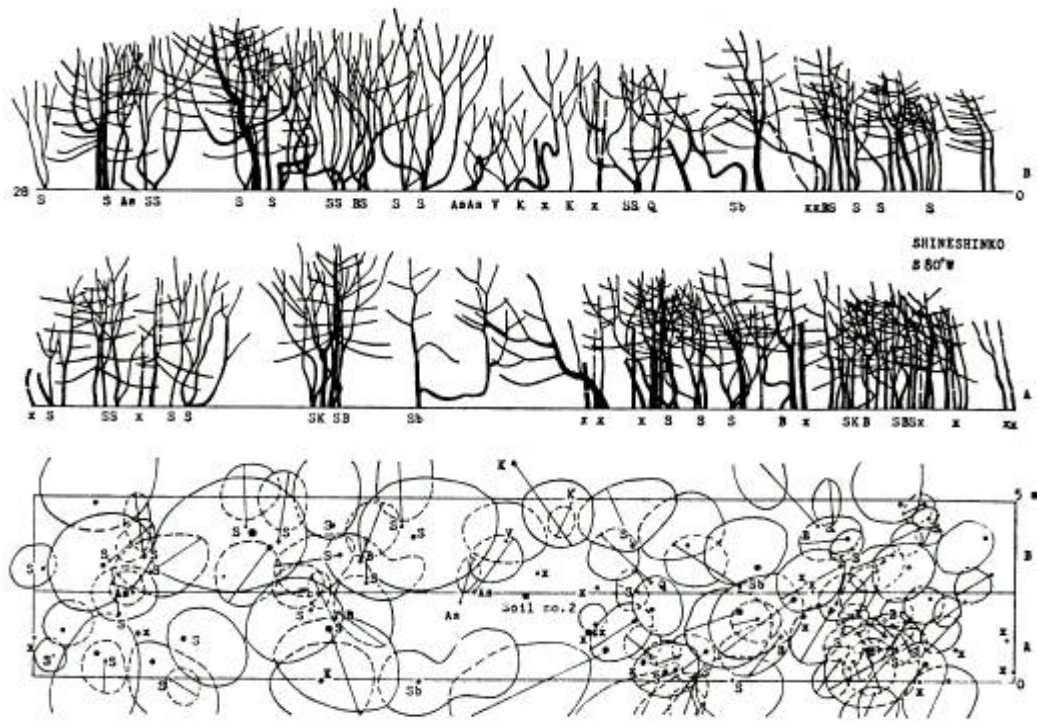


図-Ⅱ-6 トドマツ・ナナカマド林分の帯状区 (猿払村シネンシコ)

Fig. II-6. Belt-transect of *Abies sachalinensis* and *Sorbus commixta* mixed forest at Shineshinko, Sarufutsu, northern Hokkaido.

表-Ⅱ-6 海岸林の林相 (図-Ⅱ-6 に同じ)

Table II-6. Belt-transect of *Abies sachalinensis* and *Sorbus commixta* mixed forest at Shineshinko.

Species	樹種	樹高 Height	胸高直径 Dbh	樹冠径 Dcw	本数 Number
		m	cm	m	本
<i>Abies sachalinensis</i> (A)	トドマツ	2.5-5	3-18	1-4	48
<i>Sorbus commixta</i> (S)	ナナカマド	3-4.5	3-9	1-3	29
<i>Betula ermani</i> (B)	ダケカンバ	3-4	3-8	1-3	6
<i>Kalopanax pictus</i> (K)	ハリギリ	3-4.5	3-12	1-3	4
<i>Acanthopanax sciadophylloides</i> (As)	コシアブラ	2.5-4	2-5	1-2	3
<i>Salix hultenii</i> var. <i>angustifolia</i> (Sb)	エゾノバッコヤナギ	2.5, 4.5	5, 9	2, 3	2
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i> (Q)	ミズナラ	3.5	6	2	1
<i>Viburnum furcatum</i> (V)	オオカメノキ	2	2	2	1
Dead trees (X)	枯れ木	-	-	-	15
Mean total	平均計	4	9	2.5	107

リなどが生育し、広葉樹の割合が高い（表－II－6）。

ほぼ一斉林とみられる林分の年齢を生長錐で調べた結果、トドマツ・ハリギリ・ナナカマドの年輪数は、胸高 1.3mにおいて 23－34 であった。地上 0.3m高の年輪数から推測すると、これらの侵入ないし発芽はほぼ 40 年前である。

筆者が調査した天然生海岸林における各樹種の混交率は、表－II－7 のとおりである。これからみると、日本海沿岸北部では、ミズナラが主要樹種であり、カシワ・イタヤカエデ・キハダ・ナナカマド・ハリギリなどが多く混生している。針葉樹では、トドマツが主要樹種であり、局所的にエゾマツ・アカエゾマツが出現する。日本海沿岸中・南部では、針葉樹が欠如し、カシワ・ミズナラ・イタヤカエデが主要樹種であり、ヤマグワ・ハルニレ・ハリギリなどが多く混生する。

以上のように、北海道の天然生海岸林はなお各地に残されていて、これらの調査によって、防災林造成における技術的な可能性を検討できる。つまり、樹種はミズナラ・イタヤカエデ・トドマツが主要であり、樹高は 10m前後で、林型は針広混交林であり、風衝林縁をもち、その位置は汀線から 100m以上離れている。そして、地形的には砂丘ないし段丘上にあり、土壌母材は砂丘砂ないし粘土質で、火山灰層が介在することが多い。

表－II－7-b 同上（日本海沿岸中・南部, %）

Table II-7-b. *Ibidem* in middle and southwestern Hokkaido along the coast lines of Japan Sea.

調査地	優占樹種	混合樹種	イ	カ	ミ	ヤ	ハ	ハ	イ	シ	ナ	ア	バ	エ	その 他の 広葉 樹
			タ ヤ カ エ デ	シ ワ	ズ ナ ラ	マ グ ワ	リ ギ リ	ル ニ レ	ヌ エ ン ジ ユ	ナ ノ キ	ナ カ マ ド	ズ キ ナ シ	ッ コ ヤ ナ ギ	ゾ ヤ マ ザ ク ラ	
			Ac	Qd	Q	Mo	K	U	Ma	T	S	Sa	Sb	pr	
幌	イタヤカエデ	Ac ※	66	—	—	20	—	8	—	—	3	—	—	—	3
ツラツカリ(1)	カシワ	Qd	3	88	—	—	3	—	3	—	—	—	—	3	0
〃 (2)	〃・ミズナラ	Qd・Q	7	24	24	20	—	7	12	—	—	2	—	—	4
十線浜(1)	カシワ	Qd	5	82	2	10	—	—	—	—	—	—	—	—	1
〃 (2)	〃		2	69	16	5	4	—	2	—	—	—	—	—	2
〃 (3)	ミズナラ・カシワ	Qd・Q	9	22	29	33	5	1	—	—	—	—	1	—	0
〃 (4)	ミズナラ	Q	13	—	27	13	13	7	7	7	—	4	—	—	9
港	カシワ	Qd	1	94	—	2	—	1	—	—	—	—	—	2	0
浜中	〃		31	38	—	3	1	1	—	13	—	—	—	—	13
矢追	イタヤカエデ	Ac	97	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
平浜	〃		63	—	—	8	6	—	—	17	—	—	—	—	6
勝山	カシワ	Qd	4	31	23	—	4	—	—	4	4	—	—	—	26
出現率 (%)			100	67	50	75	50	42	33	33	17	17	17	17	—

※ 略号は表－II－7-a に同じ

Ma : *Maackia amurensis* var. *buergeri*, Mo : *Morus bombycis*, Pr : *Prunus sargentii*

Sa : *Sorbus alnifolia*, Sb : *Salix bakko*, U : *Ulmus davidiana* var. *japonica*.

表一Ⅱ-7-a 天然生海岸林の各樹種の混交率（日本海沿岸北部，％）

Table II-7-a Percentage of numbers of species at natural forests in northern Hokkaido along the coast line of Japan Sea.

調査地	優占樹種	混交樹種													その他の広葉樹	トドマツ	エゾマツ	アカエゾマツ
		ミズナラ	カシワ	イタヤカエデ	ナナカマド	エゾノバツコヤナギ	ダケカンバ	シラカンバ	ヤチダモ	キハダ	ハリギリ	※※	A	P				
清 浜	トドマツ A※	22	—	6	20	—	2	—	—	—	—	—	—	4	46	—	—	
メークマ (1)	ミズナラ Q	63	—	6	16	—	—	—	—	—	—	—	8	7	—	—		
〃 (2)	〃	77	—	—	3	3	—	13	—	—	—	—	3	0	—	—		
〃 (3)	〃	47	—	34	4	—	—	4	—	—	—	—	3	1	7	—		
〃 (4)	トドマツ A	9	—	1	13	—	—	—	—	—	—	—	—	4	73	—		
〃 (5)	〃・ナナカマド A・S	28	—	6	33	1	—	—	—	—	—	—	1	—	6	25		
〃 (6)	トドマツ A	7	—	9	18	—	—	—	—	—	—	—	1	16	49	—		
沓 形 (1)	〃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	62	8		
〃 (2)	〃	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	4	17	58	13		
〃 (3)	〃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	67	33		
野 中	〃	—	—	—	16	—	—	—	—	—	—	—	13	2	61	—		
サラキトマナイ	キハダ Ph	3	—	5	—	10	25	—	—	—	—	—	33	3	18	3		
浜 勇 知	トドマツ A	25	—	6	6	—	—	—	—	—	—	—	—	3	10	50		
稚 咲 内 (1)	ミズナラ Q	91	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	5	—		
〃 (2)	〃	84	—	5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	6	1	—		
〃 (3)	トドマツ A	10	—	2	21	1	—	4	5	—	—	—	2	5	40	—		
〃 (4)	〃	9	—	2	—	2	—	5	2	—	—	—	—	19	61	—		
北 川 口 (1)	アカエゾマツ Pg	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	0	2	22		
〃 (2)	トドマツ A	6	—	1	16	—	—	—	—	—	—	—	1	3	72	1		
北 里	ハリギリ K	7	—	15	—	2	—	7	4	11	20	34	—	—	—	—		
丸 松 (1)	カシワ・ミズナラ Qd・Q	44	—	15	2	2	—	—	—	—	—	—	—	10	27	—		
〃 (2)	ミズナラ・トドマツ Q・A	42	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0	44	—		
北 浜	ミズナラ Q	69	—	3	—	—	—	10	—	7	—	—	—	11	—	—		
富 士 見	シナノキ・トドマツ T・A	—	—	18	3	—	—	8	11	—	—	—	—	34	26	—		
天 売	イタヤカエデ Ac	—	—	58	—	—	—	—	—	—	—	—	42	0	—	—		
北 香 川	カシワ Qd	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—		
出 現 率 (%)		69	—	73	62	27	8	27	15	27	55	—	—	69	19	4		

※ A : *Abies sachalinensis*, Ac : *Acer mono*, B : *Betula ermanii*, Bj : *B. platyphylla* var. *japonica*,
 F : *Fraxinus mandshurica* var. *japonica*, K : *Kalopanax pictus*, P : *Picea jezoensis*, Pg : *P. glehnii*,
 Ph : *Phellodendron amurense*, Q : *Quercus mongolica* var. *grosseserrata*, Qd : *Q. dentata*,
 S : *Sorbus commixta*, Sh : *Salix hultenii* var. *angustifolia*, T : *Tilia japonica*.

※※ その他の広葉樹の出現率 (%) : エゾノヤマザクラ 35, ノリウツギ 35, タラノキ 27, コシアブラ 23, ヤマグルワ 15, アズキナシ 12, シナノキ 12,

III. 北海道の代表的な防災林

ここでは、国有林、北海道庁（民有林）および国有鉄道という公的機関が施行してきた防災林造成事業の成果、ならびに対照として屋敷林をとりあげて、技術論的立ち場で検討した。

防災林造成地の自然環境は、位置的にみると、造成地は海岸線に多く、汀線に沿って細長く分布している。筆者が調査・観察した場所は、全林のほぼ半数にあたる。

地形的には、砂丘、段丘、低湿地、平野（狭義）などの平野部に多く分布し、植生上からは、全くの裸地よりも、草生地に林帯を造成するが多い。

成果の検討は、気象的条件（防風林・防雪林）と、土壌的条件（砂地造林・泥炭地造林）とに区分して行った。気象的因子から防災林を区分すると、風そのものに関連するものと、風が間接的に作用する雪との関係とになる。前者を防風林、後者を防雪林とする。また、土壌的因子が大きく影響する防災林を、土壌母材から、砂地造林と泥炭地造林とに区分して検討した。

1. 防風林

厳しい気象条件の緩和、なかでも風速の減殺は防風林の主要目的であり、風を抑制することが防雪

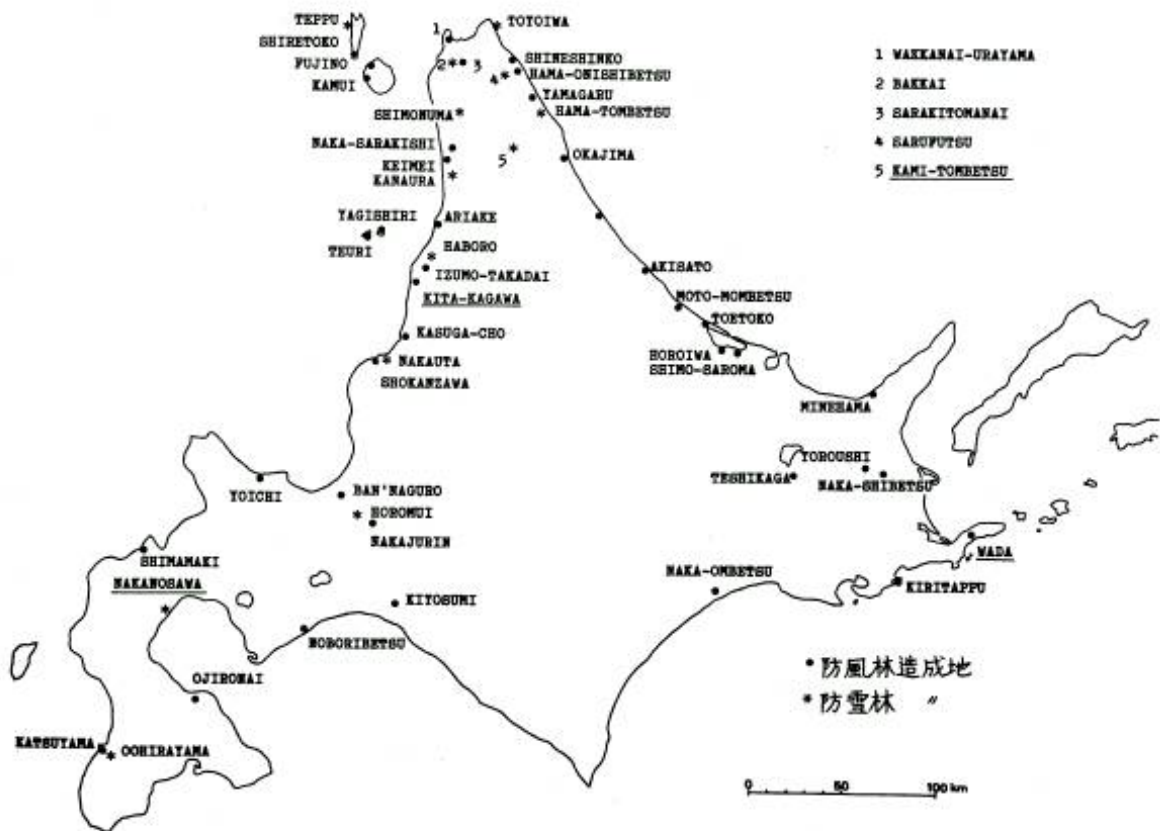


図-III-1 防風林・防雪林の調査地位置図

Fig. III-1. The sites of shelterbelts investigated against wind and snow drift in Hokkaido.

表-III-1 防風林造成地の概要

Table III-1. Data of the sites of wind brake establishment in Hokkaido along the coast lines of Japan Sea and Pacific Ocean.

調査地	地形	地質	土質	汀線からの距離*	林帯幅*	施行者	施行開始年
				m	m		年
日本海沿岸北部							
富士野	平坦地	扇状地堆積物	石礫・火山灰	1200	60	宗谷支庁	1961
稚咲内	砂丘	砂	丘砂・"	1200	-	天塩営林署	1960
中更岸	低地	沖積	土重粘土	1500	100	留萌支庁	1954
啓明	平坦地	"	粘土・泥炭	200	50-100	遠別営林署	1952
有明	段丘		砂・粘土	40	60	留萌支庁	1961
出雲高台	丘陵	段丘堆積物	粘土	1500	100	"	1966
天売	段丘	"	"・クロボク土	100-360	80	"	1962
焼尻	"	"	"・(")	150	80	"	1955
北香川	"	砂	丘砂	100	50-80	"	1950
川尻	河畔	沖積	土"・粘土	200	20	"	1967
春日町	丘陵		粘土・(砂)	300	80	"	1971
中歌*	段丘	泥	岩"	100	70	旭川鉄道管理局	1927
暑寒沢	"	"	"	200	20	留萌支庁	1950
太平洋沿岸							
尾白内	山麓	火山噴出物	火山砂礫	1000	100	渡島支庁	1963
登別	平坦地	砂丘	砂砂	50	10	胆振支庁	1966
清澄・鹿沼	"	沖積	土泥炭・火山砂礫	1000	60	"	1954
中音別	丘陵	火山噴出物	クロボク土	400	50	釧路支庁	1965
和田	"	"	"	500	100	根室支庁	1954
床丹	平坦地	沖積	土泥炭・火山灰	-	-	"	1959
中標津一円	"	"・火山噴出物	火山灰・砂	-	50	"	1950代
養老牛	"	"・"	"・"	-	180	中標津営林署	1932

*概略値, **防雪林

・防霧・飛砂防止・風食防止などに関係することから、防風林が最も普遍的な防災林といえる（図-III-1, 表-III-1）。

風向きおよび風速は、地域により、地形により、季節によって異なるが、内陸部より海岸線がより強風地である。北海道全体では西風が卓越し、太平洋沿岸では西～南風が、オホーツク海沿岸では東～北風が卓越している。樹木の生育に及ぼす生長期および冬期の風速および風向きを、風衝樹形（偏形樹冠と傾斜樹幹, Wind-swept shape of trees）からみると、狭い平野・広い谷間では谷の方向であり、

広い平野では卓越風の方向に影響されている。西海岸では海風が強く、東海岸では海風よりも西の内陸風が強い場合がある。

1) 苫前町北香川

ここの防風林造成事業は、留萌支庁管内では大規模なひとつであり、1950年から造成され、成功したとみられる場所のひとつであって、ニセアカシアと外来のマツ類を主体にしている。現在、ニセアカシアは枯損が多く、人工的な更新が必要であり、外来マツ類については成林の見込みがない。

ここは沖積世の苫前海岸段丘（標高40-50m）であり、表層を中～細粒の砂層がおおっている。これは有機物を含む、やや堅い構造で、樹根は深さ20cmまでに多いが、50cmまでみられる（付図-3-a）。地形的に、林帯造成地は砂丘頂から風下側に位置する。この風上斜面には風衝形のいちじるしいカシワ天然生林分が生育する。

ニセアカシア林は幅が60mほどであり、漸高林冠を形成し、後縁で高さ12mに達している。地盤高は内陸側が低いから、樹高は高くても外観的にはあまり高くみえない（図-III-2、表-III-2）。しかも、ほぼ20年生の若い林にもかかわらず丸林分としての疎林化が道行して、各個体の上部の枯損と樹冠の縮少が目立ち、萌芽・根株萌芽が乏しい。

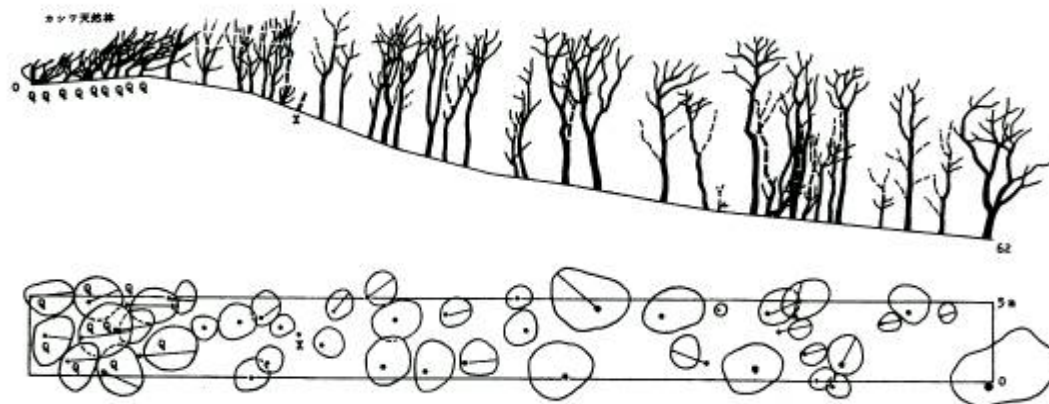


図-III-2 ニセアカシア林の帯状区（苫前町北香川）

Fig. III-2. Belt-transect of *Robinia pseudoacacia* stand at Kita-kagawa, Tomamae, northern Hokkaido.

表-III-2 ニセアカシア林の林相（苫前町北香川）

Table III-2. Belt-transect of *Robinia pseudoacacia* stand at Kita-kagawa.

Species	樹種	樹高 Height	胸高直径 Dbh	樹冠径 Dcw	本数 Number
		m	cm	m	本
<i>Robinia pseudoacacia</i>	ニセアカシア	4-12	6-23	1-4	34
<i>Quercus dentata</i> (Q) *	カシワ	2-4	5-10	1-2	9
Dead tree (X)	枯れ木	-	7	-	1
Mean total	平均計	10	13	2	44

*天然生.

トドマツは 1961 年頃に樹下植栽され、密植区では 10 年で 2-2.5m の高さに達した。クロマツとニセアカシアの組み合わせは互いに競合し、一方的に被圧が生じているが、トドマツとニセアカシアの関係は、後者が前者の霜害防止の保護林という好ましい形をなしている、とみることができる。

2) 根室市和田

この防風林造成は根室支庁林務課により、1956 年から実行され、延長が約 2,300m、幅がほぼ 100m の林帯であり、汀線から約 500m 離れ、標高 20-40m の南向き緩斜面にある。防風樹工は主風に直角方向に、間隔 10-20m に設置され、高さが 1.5m ある。霧発生日数が多く、生長期の日照率は低い、このことは樹木の生育にとって必ずしも不良条件になっているとはみえない。シラカンバ・カラマツ・トドマツ・アカエゾマツ・ヤナギ類・ケヤマハンノキ・ヨーロッパアカマツが植栽され、苗間・列間とも 100cm の 10,000 本/ha 方形植えである。

トドマツの生長が良好で、植栽後 5 年めから生長量がいちじるしく増大し、8 年めに柵高を越え、11 年間で 2.5-3m に達している。しかし、梢端部 50cm ほどには風害がみられる (図-III-3)。それでも、枝張りは大きく、伸長と梢枯れをくり返しつつ、漸高林冠を形成し、ふきんの天然生林および屋敷林と同様に、樹高 5m に達するものと期待される。

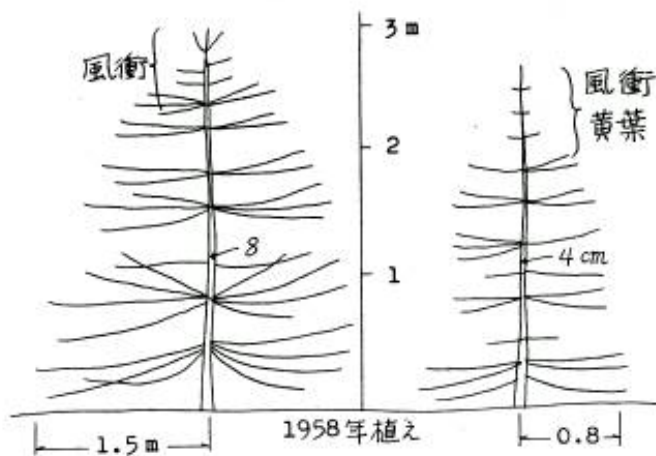


図-III-3 トドマツの生長と梢端枯れ (根室市和田)

Fig. III-3. Growth and die-back of leaders of *Abies sachalinensis* planted at Wada, Nemuro, easternmost Hokkaido.

カラマツはいちじるしい風衝形を示し、高さ 1.5-2m で生長が止まり、高さには期待できない状態である。そこで、1967 年にこれを 2 列毎に除伐し、トドマツが導入された (図-III-4)。カラマツ林を前生林とみなし、この初期生長によるブッシュ化を利用するのである (新井, 1966)。

また、一部ではあるが、防風柵の代わりに防風土塁が設置されている。これは柵のように腐朽・倒壊しないから、林縁の確保に効果が大きく、しかも永久的である (図-III-5)。ヨーロッパアカマツは枝張りが大きく、雪折れがひんぱんに生じている。

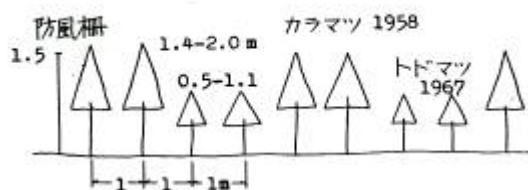


図-III-4 カラマツ林へのトドマツ導入 (同上)

Fig. III-4. Planting of *Abies sachalinensis* into pioneer *Larix kaempferi* stand at Wada.

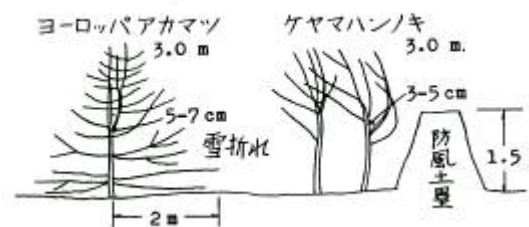


図-III-5 防風土塁と風衝樹 (同上)

Wind bank and wind-blown trees at Wada.

2. 防雪林

寒冷多雪地方の通年交通の安全を確保するため、わが国の国鉄では 1909 年から、防雪林を造成してきた。北海道の鉄道防雪林は約 9,600ha あり、延長が約 1,180km に達している（恵花, 1965）。この大部分は吹雪防止林（Rail-protecting forest against snow-drift）である。

最近では、発達しつつある自動車道路にとっても、地吹雪防止の必要性が高くなり、金属製の防雪柵が多く用いられるようになった。さらに、防音・防塵・視線誘導・風景美などに、防風・防雪効果を加えた道路防雪林の造成も必要とされるようになってきた（斎藤, 1978c）。

また、寒冷地方の過疎地域では、耕地の草地転用が進行したため、従来の防風林は保護対象の変化にともない、道路防雪林（Roadside plantation against snow-drift）的なものへ移行しつつある（斎藤・能登, 1973）。

1) 中頓別町上頓別

国鉄天北線の上頓別駅の西方には、1940 年植栽の「昭和 15 年 1 号」林地があり、延長 342m、幅 49m、面積 1.68ha あって、ドロノキ・トドマツ混交林が存在していた。降雪期間は 10 月下旬～4 月下旬、降霜期間は 10 月上旬～5 月下旬、観測史上の最深積雪深は 250 cm である（札幌管区气象台, 1964）。地形的には河川沿いの低地で、土壌は沖積土で、過湿気味である。

列間 1.3m、苗間 1.5m の千鳥植えで、ドロノキとトドマツが隔列混植され、前者は 1940 年に枝さし植栽され、26 年生で樹高 12-14m、胸高直径 10-34 cm に達し、直径 10 cm 以上の立木は 750 本あった。トドマツは 1 年後に、霜害を避けるために、ドロノキの列間に苗木植栽され、25 年生で樹高 5-7 m に達していた。

樹幹解析によると、ドロノキは 10 年めに早くも樹高約 10m に達したが、うっ閉が進みすぎて、平均樹冠直径が 1.5m × 2.7m と小さいまま、10 年以降に樹高がほとんど伸びず、直径生長もごく小さくなっていた。一方、トドマツは 10 年めに樹高 2-3m、15 年めに約 4 m となったが、上木の被陰効果が強く、15 年以降の生長量は小さくなっていた（図-III-6、表-III-3）。

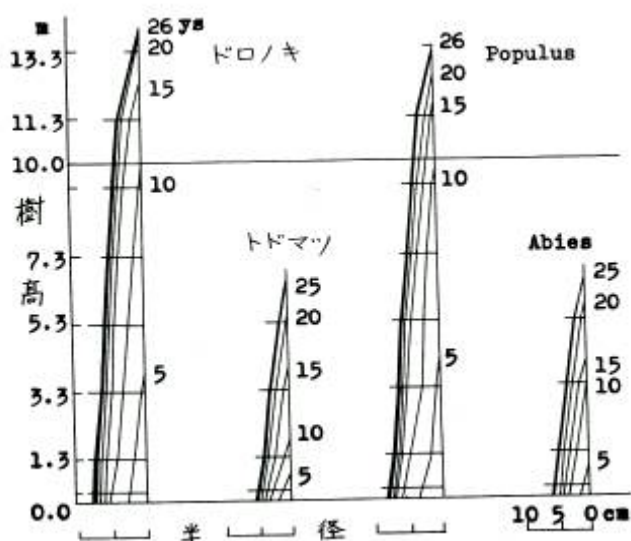


図-III-6 ドロノキ・トドマツ林の樹幹解析（中頓別町上頓別、国鉄天北線）

Fig. III-6. Stem-analyses of *Populus maximowiczii* and *Abies sachalinensis* planted at Kami-tombetsu, Naka-tombetsu, northern Hokkaido.

表-III-3 鉄道防雪林の生長経過 (図-III-6に同じ)

Table III-3. Growths of *Populus maximowiczii* and *Abies sachalinensis* for rail-protecting forest against snow drift, planted at Kami-tombetsu.

Species	樹種	樹 齢* Age					年	胸高直径 Dbh
		5	10	15	20	25		
		m	m	m	m	m	m	cm
<i>Populus maximowiczii</i>	(1) ドロノキ	3.8	9.7	12.2	13.4	14.0	14.1	16.0
ibidem	(2) "	4.3	9.7	11.6	12.6	13.2	13.3	14.5
<i>Abies sachalinensis</i>	(1) トドマツ	1.0	1.9	4.2	5.6	6.5		8.5
ibidem	(2) "	1.1	3.4	4.1	5.7	6.4		9.5

* トドマツは植栽後の年数。

2) 長万部町中の沢

国鉄函館本線の国縫～中の沢間の国縫7号林地は、1911年に設定され、延長490m、幅40m、面積1.7haあって、過湿で水田に隣接するために排水が不十分であった。樹高7-8mのヨーロッパトウヒ疎林があり、ヤチダモが散在していたところ、1960年と1967年の2回にわたって、上述の立木を伐倒して砂鉄採取が行われた。1960年には、ヨーロッパトウヒとカラマツが3,600本/haの千鳥植えに混植されたが、排水不良から90%以上の枯損が出た。

そこで、第2回の砂鉄採取後、1967年秋に、旧林幅40mのうち、約25m分の表層土を線路寄りの残り15mに、高さ約80cmに機械力を用いて盛上げた。植栽は1列2条千鳥植えの列植えであり、列間3.5m、条間・苗間0.6mである(図-III-7)。ヨーロッパトウヒとトドマツは苗木により、ドロノキ

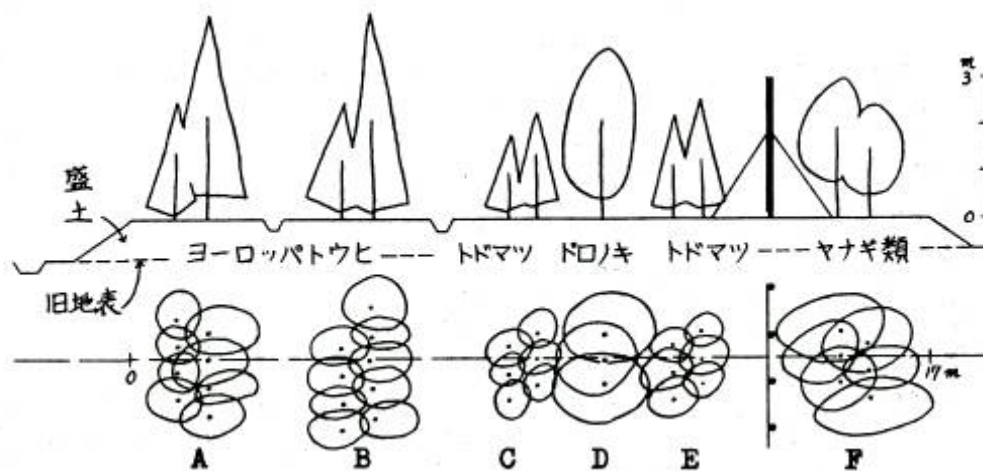


図-III-7 盛土・列植えによる防雪林造成 (長万部中の沢; 後藤, 1974に加筆)

Fig. III-7. Establishment of rail-protecting forest against snow drift at Nakanosawa, Oshamanbe, southwestern Hokkaido.

と細葉ヤナギ類（近くの河畔林から採穂）は埋技工により植栽された。ただし、後者も密植方式でなく、苗木と同じく1本植えであった。保育作業は1968-70年に2回/年、1971年に1回/年と、わずか4年間で7回の草刈りがなされただけである。

植栽7年後に、樹高は防雪柵高（3m）を越して、吹雪防止効果を現わしてきている（表-III-4）。

表-III-4 防雪林の7年後の生長量（図-III-7に同じ）
Table III-4. Growths of 7-years trees of rail-protecting forest against snow drift at Nakanosawa.

列	Species	樹種	樹高	胸高直径	樹冠径**
			Height	Dbh	Dcw
			m	cm	m
A	<i>Picea abies</i>	ヨーロッパトウヒ	2.6-4.5	3-6	1.9-2.4
B	ibidem	〃	2.0-4.5	2-6	2.0-2.4
C	<i>Abies sachalinensis</i>	トドマツ	1.7-3.0	2-4	1.3-1.6
E	ibidem	〃	2.0-2.8	3-4	1.4-1.9
D	<i>Populus maximowiczii</i>	ドロノキ	3.7-4.0	6-7	1.7-2.3
F	<i>Salix</i> spp.	ヤナギ類	2.5-3.5	6-5	2.2-3.6

* 苗高 ヨーロッパトウヒ 0.5m, トドマツ 0.4m

** 1列2条の横断方向の幅（ただし、ドロノキは1列1条）

3. 飛砂防止林

防災林造成地の土壌母材には、砂丘砂・泥炭・火山灰・沖積土などがある。ここでは、防風林・防雪林の造成地と重複しないように、対象を砂地と泥炭地に限った。これらにおける防災林造成事業の調査・観察地は、図-III-8に示したとおりである。

海岸砂地における防災林造成は、すなわち飛砂防止林と考えられる。確かに、本州方面においては、海岸林の大半が飛砂防止を目的として造成されてきた。そして、この考え方や技術が北海道に導入され、同時に材料のクロマツまでがそのまま植栽され、道南ではこうした林帯が一応成立しつつある。

また、北海道の各地には大規模な海岸砂地ないし砂丘があるが、飛砂の発生がいちじるしい地域は日本海沿岸西南部にほぼ限られている。そのほかの地域では、植生の荒廃ないし破壊による小規模な風裂が生じる程度である。北海道の砂丘に飛砂が生じにくい原因として、冬季の季節風期に積雪があること、火山灰降下による内陸草本や木本の生育があることなどが考えられる。

1) 江差町砂坂

道南の日本海に面した砂坂には、北海道で最大の防災林が造成され、砂坂海岸林として広く知られ、道内の防災林造成の手本となっている。桧山営林署により1937年から造成され、本州方面のクロマツ林造成技術が導入された。長さ約1.5km、幅約0.5km、面積88haである（図-III-9）。そして、ここにはこの林帯を維持管理する事業所が設置されている。

飛砂が激しく生じていた往時には、クロマツを主体に、アキグミを肥料木に用いて、林帯造成をした（中川ほか、1940-41）ことは肯定される。しかし、一応完成したとみられるクロマツ単純林は、天



図一Ⅲ-9 砂坂海岸林の見取り図

Fig. III-9. A sketch of Sunasaka forest established on sand dunes.



写真一Ⅲ-1 クロマツ林内のトドマツの生長 (函館営林局: 砂坂海岸林, 1981より)

Photo. III-1. *Abies sachalinensis* planted under / between pioneer *Pinus thunbergii* forest at Sunasaka, Esachi, southwestern Hokkaido.

エゾマツが補植されている。前者は植栽 10 年後に樹高 3 - 4 m に達しており、海岸砂地という土地条件でありながら、一般造林された山地のそれよりも、むしろ良好な生長を示している（表-III-5）。

表-III-5 植栽木の生長量（小清水町止別）

Table III-5. Growths of *Abies sachalinensis* and *Picea glehnii* planted on the sand dune at Yambetsu.

Species	樹種	樹齡									
		0*	1	2**	3	4	5	6	7	8	9年
<i>Abies sachalinensis</i>	(1) トドマツ	40	50	79	117	177	222	253	311	381	420
ibidem	(2) "	38	47	67	112	151	174	188	214	272	313
<i>Picea giehnii</i>	アカエゾマツ	32	37	57	82	90	103	123	158		

* 苗高, ** 3年後の可能性もある。

新しい施行地は、海側に砂丘を欠き、汀線から約 250m 離れ、幅が 60m ある。風上前線を固定するため、砂丘に代わる防風土塁が汀線から 150m の位置に築設され、その風食および崩落を抑制するために張り芝がなされ、さらに砂草のハマニンニク、ヤナギ類・ドロノキが植栽されている（図-III-10）。

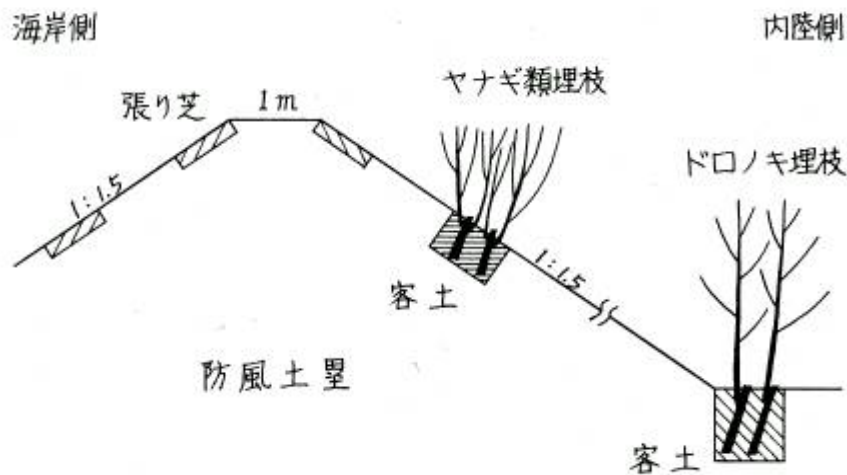


図-III-10 防風土塁と埋枝工（小清水町止別）

Fig. III-10. Wind bank and branchlet-cutting at Yambetsu, Koshimizu, eastern Hokkaido.

林帯そのものにおいては、砂地に樹木を生育させる補助手段として、防風柵・客土・肥料・埋め藁・土壌改良剤・耕うん・マルチングなどが行われている。植栽樹種はトドマツ・カラマツ・バンクスマツ・カシワ・イタチハギであり、10,000 本/ha 植えである。部分的には、トドマツとカラマツがそれぞれ 5 本ずつ束植えされた、50,000 本/ha という密植区もある。砂丘の防風効果からみれば、築設された

土壘が効果あると考えられる。また、介在火山灰層が薄い状態からみると、客土の方が樹木の根張りをより発達させると考えられる。

4. 泥炭地造林

北海道に占める泥炭地の割合は、火山灰地ほど広大ではないが、これは河川の中・下流域の低地に広く分布している。これらの泥炭地は、道南・道央地方では早くから水田に拓かれてきたが、道北・道東の泥炭地は最近草地化されている。そして、水田・畑・草地を保護する目的で、泥炭地に防災林造成が行われてきた（表－Ⅲ－6）。

表－Ⅲ－6 おもな泥炭地造林施行地

Table III-6. Data of the sites of shelterbelt establishment at peat-bogs in Hokkaido.

場 所	汀線からの 距離*	林帯幅*	介在土質	施行者	開始年
	km	m			年
日本海沿岸					
金 浦	0.05	60-80	砂丘砂	留 萌 支 庁	1966
美 唄 原 野	30	36	火山砂	空 知 支 庁	1954
赤 川	23	36	〃	〃	1953
篠 津 原 野	20	50	粘土	〃	1961
太平洋沿岸	0.6				
静 狩	1.5	65	(火山灰)	渡 島 支 庁	1960
弁 天	10	90	火山砂	胆 振 支 庁	1952
新 吉 野	10	360	火山灰	十 勝 支 庁	1954
豊 北	2-3	100	火山灰・川砂	〃	1954
鳥 通	7	150	〃 ・ 〃	釧 路 支 庁	1964
昭 和	1.5	60	火山灰	〃	1959
オホーツク海沿岸					
幌別川河口	0.2	200-400	(粘土・火山灰)	枝 幸 営 林 署	1940
大 栄	1.2	70	(火山灰)	斜 里 営 林 署	1965

* 大約値

泥炭の形成条件は、排水不良・低温・湿性植物の繁茂などである。その農耕地への転用は、排水溝・暗渠・石灰散布による強酸性の緩和・客土などを不可欠の条件としている。とくに客土（鉍質土の搬入）は、水田の稲作にとっても重要であり、厚く水田に敷かれ、泥炭土は根張り深より下層になっているほどである。一方、防災林は客土せずに造成され、過湿・浅い根張りによる生育不良と風倒が問題となっている。

樹木の侵入あるいは植栽にとって、有機物だけの素材からなる泥炭地は好ましい条件とはいえない。

ただし、北海道の泥炭地には、火山灰や沖積土の介在する場合が少なくない。それゆえ、ここでは、土壌母材に注目しつつ、造成経過を検討する。

1) 北村赤川

この林帯幅員 36mのうち、半分は非耕うん区であり、過湿で、風化土層は厚さ 10 cmほどにすぎない。表層に火山灰の薄層が介在し、やや下層には風化泥炭層らしいものもみられる。ヨーロッパトウヒは 20 年生ながら、樹高 1 m以下のものが多く、疎林化し、その根張りが深さ 10 cmにも達しておらず、すべて火山灰層に集中している (図-III-11)。当時、地はぎ・耕うんは行われず、火入れ地拵えが行われたから、先住植生 (Pre-existing vegetation) がそのまま残存している (表-III-7)。

表-III-7 耕うん区と非耕うん区の植生の違い (北村赤川)
Table III-7. Comparison of the vegetations of plowed and non-plowed soils of the peat-bog at Akagawa.

優占度	耕うん区	非耕うん区
草本 大	エゾノコンギク (高さ 0.8m) ススキ (1.5-2.0m)	クマイザサ (高さ 0.8-1.0m)
中	ワラビ・オトギリソウ・サワギキョウ	ワラビ・ススキ・ヨツバヒヨドリ・ヨシ
小	ナガボノシロワレモコソウ	サワギキョウ
木本 小		ヤチヤナギ・ノリウツギ・ヤマウルシ・シラカンバ

残りの 18m 幅は改良区であり、機械耕うんされ、風化土層が 20 cm以上の厚さとなっている。先住植生が衰退し、陽性雑草が侵入してきている。植栽木はシラカンバとストロブマツであるが、7年生でそれぞれの樹高は 3.5mと 1 mに達していて、耕うん地拵えの効果が明らかである (図-III-12)。

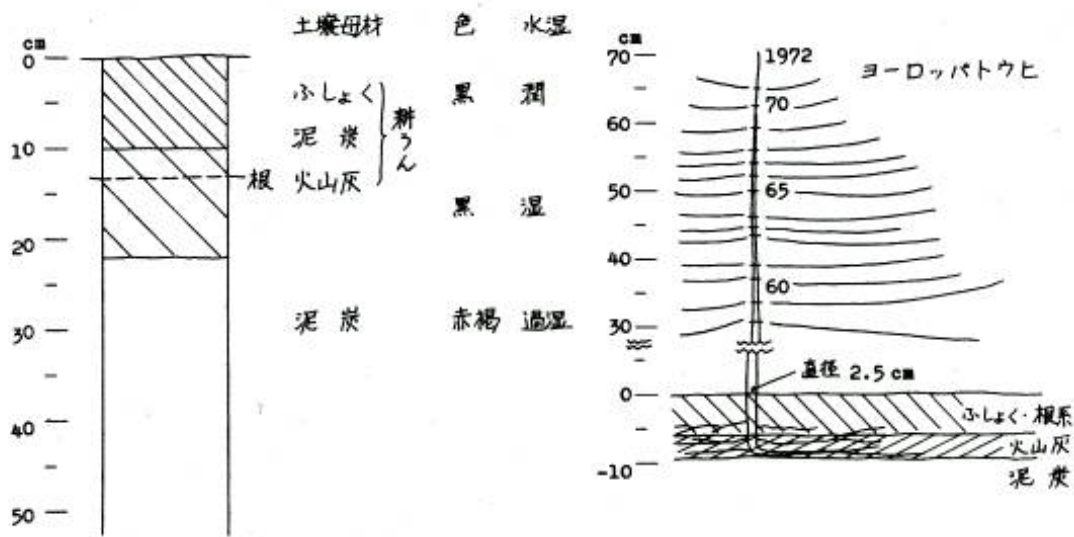


図-III-11 非耕うん区の土壌断面と植栽木の生長 (北村赤川)

Fig. III-11. Profile of non-plowed soil and growth of *Picea abies* planted at Akagawa, Kitamura, central Hokkaido.

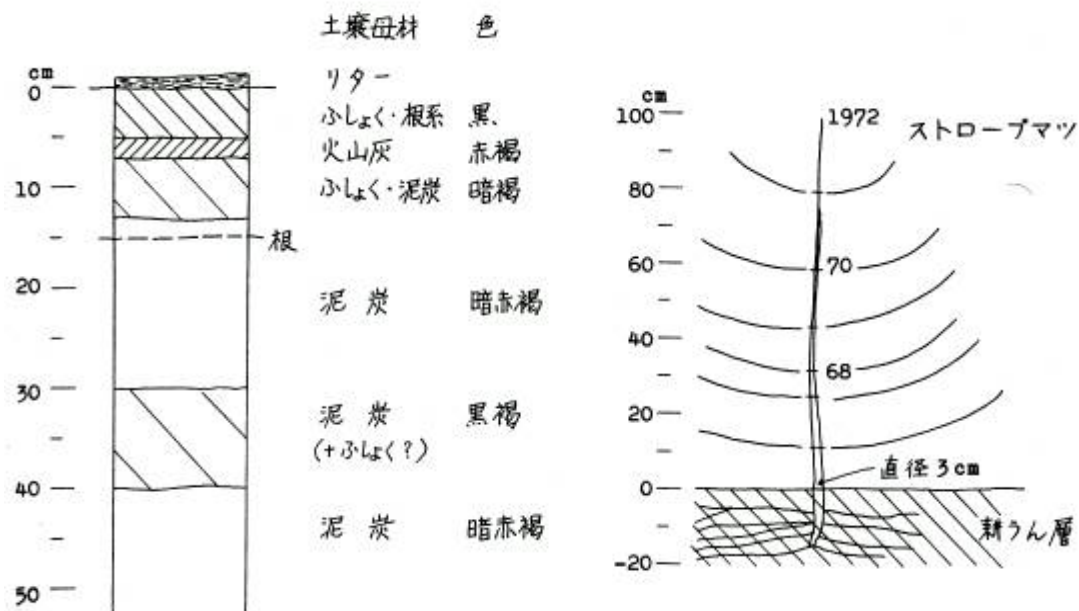


図-III-12 耕うん区の土壤断面図と植栽木の生長 (同上)

Fig. III-12. Profile of plowed soil and growth of *Pinus strobus* planted at Akagawa.

2) 斜里町大栄

オホーツク海沿岸の大栄の造成地は、砂丘群により海岸から隔てられ、自然排水を期待できない地形である。低湿部分にはヨシが繁茂し、やや高い部分にはシラカンバ・エゾノバッコヤナギ・シロヤナギ・ハンノキ・ノリウツギが散生し、あるいは叢林をつくり、その林床にはヨシ・オオヨモギなどが生育している。

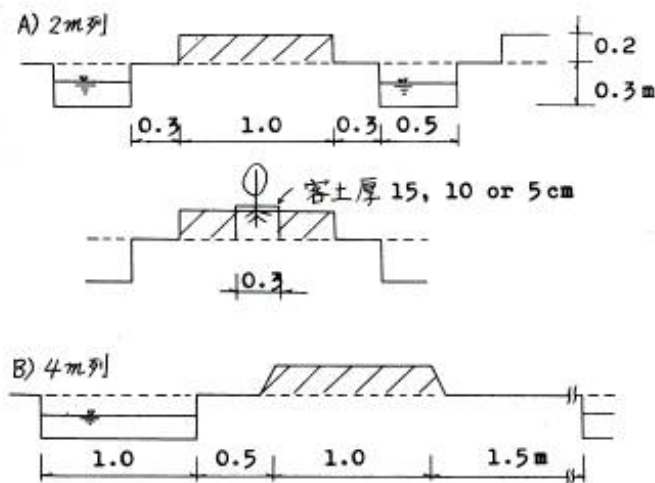


図-III-13 北見営林局方式の盛床断面

Fig. III-13. Profiles of the muunds constructed by Kitami method at Daiei, Shari, eastern Hokkaido.

ここでは、斜里営林署が 1965 年から盛床を造成して、局所的な水位低下をはかっている。盛床は北見営林局（現支局）方式とよばれるもので、人力による深さ 30 cm の切り取りと、高さ 20 cm の盛上げを基本に、2 m 列と 4 m 列の 2 種類がつけられている（図-III-13）。

盛床造成により、2-3 年後にヨシ植生がオオヨモギ・ヤナギランなどの非湿性植物に変わってきている。一部の盛床では、客土が行われ、幅 30 cm で、深さが 5, 10, 15 cm に、鉦質土が搬入された。ヤナギ類・ヤチダモ・カラマツが植栽され、2 年後の樹高は、表-III-8 に示すよう

に 0.5—2 m である。

表—III—8 盛木上における客土量と植栽木の生長量 (斜里町大栄, m)
Table III—8. Relationship between depths of soil transported and growths of trees planted on the peat—dog at Daiei, Shari, eastern Hokkaido.

客土厚	細葉ヤナギの1種 S*		カラマツ L		ヤチダモ F	
	max.**	ave.	max.	ave.	max.	ave.
15cm	2.2	1.9	1.6	1.1	0.7	0.5
10	2.4	1.9	1.3	1.0	0.8	0.5
5	2.5	1.7	1.3	1.1	0.9	0.6
0	2.4	1.5	1.2	1.0	0.8	0.5

*S : *Salix* sp., L : *Larix keampferi*, F : *Fraxinus mandshurica* var. *japonica*,

**max : 最大木, ave : 標準木,

5. 屋敷林

北海道の海岸平野における屋敷林は、本州方面にみられるような屋敷を取囲む大型の林帯という一般的な形をしたものはきわめて少ない。中島 (1963), 柄多 (1960), 服部 (1943) ほかによると、「本来の屋敷林 (Homestead wood) とは、防風のほかに、風致・防犯・防衛などの Shelter として役立つ、木材・燃料・副産物の供給源としても役立つものである。

しかしながら、本論文でいう屋敷林とは、寒冷地方の開拓農家・神社・寺院・集落内の民家・学校・公園などの周囲に、また、菜園や農耕地を囲うために、かもに風害に対して必要に迫られて植栽された樹木群をいい、一般的に小規模であり、生垣や庭木なども含むものである。例外的に、神社・寺院の広い境内には大規模なものがある。

調査地を図—III—14 に示した。また、屋敷林のタイプを図—III—15 に示した。

1) 利尻島

この島の西南部では、漁村集落と強風とに関係して、樹木植栽が寺社・学校・公園などの公共施設に偏在し、民家や隣接の畑地には乏しい傾向がある。西海岸の屋敷林は質・量ともに貧弱であるが、南海岸から南東海岸へ向うにつれて豊富になる。

神居地区では、利尻岳の影響があり、南西風も北東風も南寄りの風に変わる (田上, 1976)。地吹雪をもたらす寒風の緩和のために、家屋の南側に1列の山引き苗植栽が行われ、防風生垣がつくられている。イタヤカエデ・オビヨウ・ヤチダモ・スモモがみられ、50年生で高さ6m、胸高直径30cmほどの生長量である。

仙法志地区では、段丘上の神社が樹木群で囲まれている。海側には、ナガバヤナギが枝さし植栽により、60年生で樹高9m、胸高直径30cmに達しているが、既に老齢化が道んでいる。イタヤカエデの山引き苗植栽は、50年生でも老齢化はみられない。南側にはミヤマハンノキの山引き苗植栽による1列防風生垣があり、延長約100m、樹間1.8m、ほぼ50年生で、樹高が5—7mあり、密なブッシュを形成

高さ 13-15m, 胸高直径 25-40 cmに達している。トドマツ・エゾマツ・イタヤカエデ・オヒョウなどの生育も良好である (表-III-9)。

表-III-9 屋敷林の一覧表 (利尻島)

Table III-9. Data of homestead woods at Rishiri Island, northernmost Hokkaido.

地区	所有者	樹種	樹齡	樹高	胸高直径	苗間	植栽材料	主風	創立
			年	m	cm	m			年
神居	中条氏	オヒョウ	32	3-4	-10	0.8	山引き苗	S	
	石上氏	イタヤカエデ	50	4-6	-30	1.5	〃		
	佐々木氏	〃	35	4-5	8-15	1.0	〃		
仙法志	神社	ナガバヤナギ	60	6-9	16-35	1.8	サシホ	SW	1890
		イタヤカエデ	50	8-10	10-30	-	山引き苗		
		ミヤマハンノキ	50	5-7	13-28	1.8	〃		
南浜	長谷川氏	ダケカンバ					〃	W	
		イタヤカエデ	35	8-10	20-30	1.8	〃		
沼浦	石川氏	〃	35	10-14	8-12	1.0	〃	SW	
	小松氏	〃	45	10-15	10-30	1.0	〃		
		ヤチダモ	55	14-18	25-30	-	〃		
鬼脇	大沢禅寺	カラマツ	50	8-10	10-25	1.8	養成苗	SW	1892
		スモモ	50	≒10	-30	1.8	〃		
	北見神社	ムズナラ	?	8-10	10-20	-	山引き苗		1892
	桐山公園	エゾマツ・トドマツ	60	13-16	20-30	1.8	〃		1912
		イタヤカエデほか	60	13-16	25-40	-	〃		
	利尻小学校	ドロノキ	50	13-15	25-40	1.5	サシホ (山引き苗?)		1886
	ギンドロ	70	12-16	-50	-	サシホ			

2) 厚真町浜厚真

浜厚真～上厚真地区への入植は、1945年前後であり、夏季の冷涼な南風・海霧の侵入と、冬季の北風を防ぐために、開拓農家は屋敷林を造成してきて、ある程度成功している。それでも、常緑樹は下木として以外にみられず、落葉樹でも単木のままではいちじるしい風衝樹冠を余儀なくされている。

植栽樹種は、タチヤナギ・ナガバヤナギ・イヌコリヤナギ・エゾノカワヤナギ・ドロノキ・ギンドロ (以上、枝さし)・ケヤマハンノキ・ハンノキ・ヤマグワ (以上、山引き苗)・ニセアカシア・ヤチダモ (以上、養成苗) などである (表-III-10)。

植付けは、排水溝沿いの、土層の反転・混合された場所に、土壌凍結を避けるために深く植えられている。苗水の大半は周辺の山地や河畔から山引きされ、ヤナギ科のもの多くは枝さし植栽されている。用地が幅1-4mと狭いため、単一樹種構成の傾向にあるが、例外的に福沢氏の用地は広く、樹種も豊富である。列間0.5-2m, 苗間0.2-2mの密植が多くみられ、川上氏のヤチダモ植栽がその典型といえる (図-III-16)。

ヤナギ類は早期に高さ3-5mの防風生垣を形成し、枝葉の密生したブッシュで、わずか1列植えながら、卓越風によく耐えている。納富氏のエゾノカワヤナギは、排水溝掘削土に長さ100cmの枝が深

表-III-10 屋敷林の一覧表 (厚真町浜厚真)

Table III-10. Data of homestead woods at Hama-atsuma.

所有者	江線からの距離	樹種	樹齡	樹高	林帯幅	列数	列間	苗間	植栽材料
			年	m	m	列	m	m	
川上氏	550	ヤチダモ	22-23	4-6	1-2	2-3	0.5-1.8	0.4-0.5	養成苗
増田氏	550	タチヤナギ	30	3-4	-	1	-	0.9-1.8	サシホ
吉本氏	1000	ヤチダモ	12-20	3-7	1-4	1-4	0.5-1.5	0.2-1.2	養成苗
		ヤナギ類	20	3-5	1-4	1-2			山引き苗
福沢氏	1900	ヤチダモ	10-11	4-7	1-3	1-3	0.7-2.0	0.4-2.5	養成苗
		ニセアカシア	20	1-4	1-3	1-2			"
		ケヤマハンノキ	5	1-2	1-9	1-8			"
		シラカンバ	10	1-5					"・サシホ
		ドロノキ	10	1-5					山引き苗
		ナガバヤナギ	20	3-5					"
納富氏	1900	エゾノカワヤナギ	16	5-8	-	1	-	1.0-2.0	サシホ
		ナガバヤナギ	20	3-4	1-3	1-3	1.0-1.2	0.5-2.0	山引き苗
中田氏	2200	ヤチダモ	1-4	1-4	4-6	2-4	0.5-1.0	0.5-1.0	養成苗
		シラカンバ	2-6	2-6					"
川戸氏	2900	ハンノキ	?	3-7	1-8	-	-	-	天然生林保残

埋め(埋幹)され、16年生で高さ8mに達している。その風上のナガバヤナギは、土壤反転のないままに、山引き苗の植栽で、20年生でも高さ4mにすぎない。増田氏のタチヤナギ防風生垣は、30年生であり、既に樹勢が衰えてきている。

いま、北海道の屋敷林のおもな樹種を示すと、表-III-11のようになる。

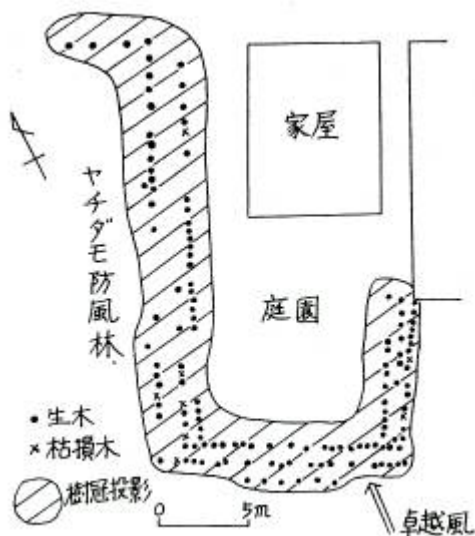


図-III-16 屋敷林の配置図 (厚真町浜厚真, 川上氏)

Fig. III-16. A sketch of homestead wood at Hama-atsuma, Atsuma, central Hokkaido.

表-III-11 海岸平野における屋敷林のおもな樹種

Table III-11. Main species of homestead woods along the coast lines in Hokkaido.

Species	樹種	海岸線			日本海			太平洋	オホーツク海
		北部	中部	南部	北部	中部	南部		
Indigenous	自生								
<i>Abies sachalinensis</i>	トドマツ	○	△	△	△		△	○	
<i>Picea jezoensis</i>	エゾマツ	△	・	・	・		・	△	
<i>P. glehnii</i>	アカエゾマツ	・	・	・			△	△	
<i>Populus maximowiczii</i>	ドロノキ	△	・	・			△	△	
<i>Salix spp.</i>	ヤナギ類	○	○	△			○	△	
<i>Betula spp.</i>	シラカンバ類	△	・	・			△	△	
<i>Alnus spp.</i>	ハンノキ類	△	・	・			△	△	
<i>Quercus spp.</i>	コナラ類	△	△	・			△	△	
<i>Acer mono</i>	イタヤカエデ	○	△	○			△	△	
<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i>	ヤチダモ	○	○	・			○	△	
Exotic	外来								
<i>Larix kaempferi</i>	カラマツ	△	△	△			○	○	
<i>Picea abies</i>	ヨーロッパトウヒ	・	・	・			・	△	
<i>Pinus thunbergii</i>	クロマツ	・	△	△			△	・	
<i>Populus alba</i>	ギンドロ	△	△	△			△	△	
<i>P. nigra</i>	クロポプラ	△	△	△			△	・	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	ニセアカシア	△	△	・			△	・	
<i>Prunus salicina</i>	スモモ	△	・	・			・	△	
<i>Acer negundo</i>	ネグンドカエデ	△	・	△			△	・	

○多い, △少ない, ・ほとんど, ないし全くみられない。

以上のように、既往防災林および屋敷林を調査した結果、樹種は自生樹種の成績がよく、地拵えは機械力を用いた方が土地条件の改良によく、防風工では土塁の効果が大きいこと、また、林帯の位置は江線から100m以上離れて、幅が100m前後あれば、樹高を10mくらいまでは期待でき、これらの諸条件が整えば、防災効果は施工後10年以内に発現することが明らかとなった。

IV. 防災林樹種の適応性

1. 自生樹種

自生樹種 (Indigenous tree species) とは、北海道に天然分布するものをいい、外来樹種 (Exotic tree species) に対する用語である。

北海道に画生する木本の種数は、約 260 種である。これらから、小低木・低木・つる類を除くと、林業的な意味での有用樹種は約 70 種である。さらに、これらから防災林に適当な樹種を、一部の低木も含めて選ぶと、約 40 種になる。

これらのうち、約 3分の2が防災林の主林型を構成するものであり、残りの3分の1が補完的な機能を果たすものである。このように、活物材料に頼り、防災機能が要求される活物工法にとって、約 40 種の多様な材料が得られることは、活物工法の問題解決のうえで基本的に有利な条件である、ということができる。

しかし、自生樹種といっても、どの樹種も北海道に一樣に広く生育しているわけではない。針葉樹のトドマツ・アカエゾマツの天然分布域は、ほぼ北海道中心であり、固有種 (Endemic species) ともいえるが、生育地 (Habitat) からみると相対的に広葉樹より劣勢であり、いわゆる「やせ地」に生育していて (館脇, 1944), 地史的には遺存種 (Relic) とさえみられている (井尻, 1972)。

一方、広葉樹の種数は多く、分布域もそれぞれ多様であるが、森林帯からみると、北海道は冷温帯ブナ林 (ないし温帯北部林) と、冷温帯ミズナラ・イタヤカエデ・シナノキ林 (ないし針広混交林) と

に大きく二分されている (吉良, 1951; 館脇, 1955-57)。ただし、両者の境界については、黒松内低地帯のほか、石狩低地帯が考えられ、さらに留萌～えりも岬線もあげられ、明白な一線を画しにくいようである。一般に、北へ向うほど樹種数は減少する (図-IV-1)。それでも、植栽すると、生育可能な北限が多少とも天然分布の北限より北方まで広がる傾向にある (斎藤, 1977b)。



図-IV-1 水平分布の北限とおもな樹種 (宮部ほか, 1920-31 ; 吉良, 1951 ; 館脇, 1955-57 ; 斎藤, 1980a, ほかから作図)

Fig. IV-1. Northern limit of natural distribution of trees and shrubs in Hokkaido.

2. 防災林樹種の適応性

防災林造成における各自生樹種の適応性は、諸文献および筆者の観察によれば、次のように要約することができる。

1) ヤナギ科 Salicaceae

ヤナギ属 (*Salix*) の9種は、生態的・形態的に、細葉ヤナギ類 (Willows) と、広葉ヤナギ類 (Sallows) の2グループに分けられる。

細葉ヤナギ類は、河畔・沢筋・湿原の水流沿いにふつうに生育し、火山山麓や山腹斜面にも生育する。東 (1964), EDLIN (1966), ほかによると、その生育地が水流と結びついている理由は、種子が休眠性をもたず、散布後の2-3日間しか生きられず、裸で湿った地表に着陸する必要があるからである。その散布期の初夏には、競争相手が繁茂しているから、融雪洪水で先住植生が破壊された水流沿いの裸地にしか侵入の場を得られないためである。それでも、散布距離がきわめて大きいから、これらは周期的な洪水裸地や、ほかの地表変動因子による裸地に Pioneers ないし Quick travellers として、Cosmopolitan weeds のように侵入・定着する。また、不定根が発生しやすいから、土石流や洪水による埋没に適応し、栄養繁殖も可能であって、こうして河畔林の主要な構成者となっている。

これらは昔から各地で、溪流工事や水害防備林に用いられてきて、活物材料として、死物材料に劣らない効果を発揮してきた (東, 1964; SCHLÜTER, 1971)。また、天然には生育しない場所にも、技さしによってこれらを導入できるという特徴がある。つまり、水流から離れても、これらは旺盛に生長し、防風林に埋技工で植栽され (新井, 1967)、中国の飛砂地での埋幹工による林帯の主要樹種であり (CHEPIL, 1949)、屋敷林では技さしで用いられて重要な位置を占めている (斎藤, 1966)。

防災林樹種として、これらは①土地に対する適応性が大きい、②初期生長がきわめて速い、③技さしできる、④材料 (サシホ) を入手しやすい、⑤典型的な陽樹である、などの特徴をもっている。防災林造成に多用されている樹種は、現在、ナガバヤナギ (*Salix sachalinensis*)・エゾノキヌヤナギ (*S. pet-susu*)・エゾノカワヤナギ (*S. miyadeana*)・タチヤナギ (*S. subfragilis*)・イヌコリヤナギ (*S. integra*) の5種であり、シロヤナギ (*S. jessoensis*)・エゾヤナギ (*S. rorida*) の使用例はきわめて少ない。

広葉ヤナギ類は、バッコヤナギ (*S. bakko*)・エゾノバッコヤナギ (*S. hultenii* var. *angustifolia*) に代表され、前者が温帯系、後者が冷温帯系である。ともに水流沿いのほか、山腹斜面や丘陵などのやや乾燥した土地にも生育する。これらは不定根を発生しにくいから、技さし導入がむずかしく (東, 1964)、山引き苗の利用に限られている。ただし、土地を選ばず、泥炭地や海岸砂地にも生育し、根萌芽力が旺盛で、耐乾性にすぐれるから、根ざし育苗技術が確立されると、これらは林帯造成の有用樹種となりうる。

ハコヤナギ属 (*Populus*) のドロノキ (*P. maximowiczii*) は、おもに河岸肥沃土に生育し、火山山麓の沢筋・洪水段丘上にも生育して、利尻岳・羊蹄山・昭和新山・駒ヶ岳・樽前山などにその好例がみられる。これは陽性で、種子の散布距離が大きく、高木で長寿であり、不定根が発生しやすく、裸地に旺盛に生長して、優勢樹となっている。苗木や技さしにより、一般造林用に用いられ (松井, 1955)、屋敷林にもまとまったものがみられる (斎藤ほか, 1974 a)。生長の速いこと、適応性の大きいことから、泥炭地の防風林や鉄道防雪林にも用いられ (斎藤・上牧, 1967)、海岸砂地にも生育できる。地持えが十分であれば、埋技工によって1 m/年の生長量を期待できる (斎藤, 1969 b)。細葉ヤナギ類と比較して、耐風性においてやや劣るが、これは樹高・耐陰性・寿命などにすぐれている。

もうひとつのハコヤナギ属種のヤマナラシ (*P. sieboldii*) は、前者よりもやや乾いた、海岸砂地・山腹斜面・火山灰地などに生育する。これは枝さしが困難なため、山引き苗利用にとどまっているが、根萌芽更新をするから、根ざし育苗技術が郵崔立されると、海岸砂地・重粘土地ではドロノキに代わる材料となる。

2) カバノキ科 Betulaceae

ダケカンバ (*Butula ermanii*) は、水平・垂直分布ともきわめて広く、北海道では海岸線から亜高山帯まで生育し、陽性であり、崩壊地・岩礫地にみられ、湿地・泥炭地にもみられる。Pioneer として裸地に侵入し、長寿で、しばしば極相林をつくる (伊藤, 1970)。強風地・なだれ地にも生育する。苗木植栽・直播ができ、景観的な価値も高いから、防災林の重要な材料のひとつといえる。しかし、育苗量が少ないため、シラカンバが誤植ないし流用されて、しばしば不成績の原因となる。

シラカンバ (*B. platyphylla* var. *japonica*) は、典型的な陽樹であり、代表的な Pioneer である。初期生長が速く、崩壊地・山火跡地に一斉侵入して純林をつくる。火山灰地・海岸林の風下林縁・泥炭地のやや高い場所にもよくみられる。ダケカンバと比較すると、短命であり、耐風性が劣る。したがって、これは景観的な植栽の材料といえる。

ハンノキ (*Alnus japonica*) は、低湿地では叢林 (Thicket) をつくり、水はけのよい土地では通直な高木林をつくる。とくに湿地において、ヤチダモ・ナガバヤナギ・ドロノキなどよりも適応性が大きい。ほとんどの樹種は鈹質土を欠く泥炭地に生育困難であるが、ハンノキだけは十勝川河口やサロベツ湿原のような、有機物だけとみられる土地にも生育している (斎藤, 1971c)。苗木生産量が少なく、

植栽例ではケヤマハンノキに劣るが、泥炭地のような場所では最も生存率が高いとみられる。

ケヤマハンノキ (*A. hirsuta*) は、河畔や谷間の適潤な肥沃土を好むが、裸地に先駆侵入する陽樹であり、崩壊地・洪水段丘・林道法面に一斉林をつくり、初期生長は速いが、耐乾性がやや弱い。枝さしはできないが、これは土砂に埋没すると不定根を出し、新しい根張り空間に適應する性質があり (東, 1979)、溪流・崩壊地などの地表変動に順応している (図-IV-2)。それゆえ、苗木を斜植えすると、不定根が発達し、枝が幹となって多幹株が得られる。ただし、より耐寒性の乏しいコバノヤマハンノキ (*A. inokumae*) がしばしば誤植されるため、成果があがらない場合がある (斎藤, 1979e)。

ミヤマハンノキ (*A. maximowiczii*) は、道北では海岸線まで下降する。山腹・谷間・岩壁に生育し、火山山麓にもみられ、伏条更新もする。耐乾性に富み、道北地方の屋敷林樹種であり、山腹植生工とともに、火山砂礫地・重粘土地における防災林の有用な材料である。

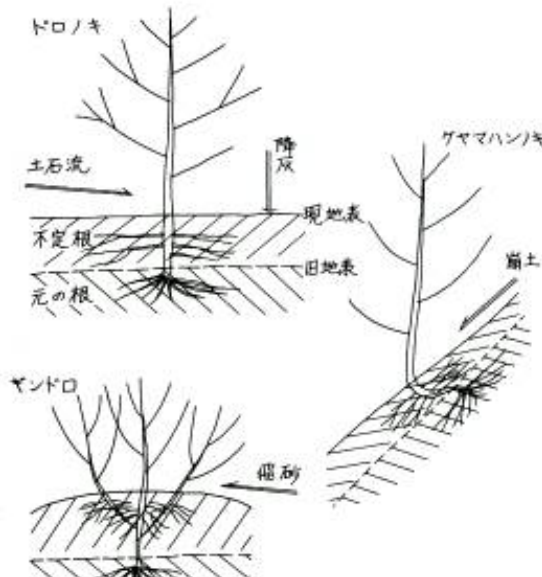


図-IV-2 地表変動による埋没と不定根の発生 (二重根構造; 東, 1979; 斎藤, 1972a, ほか)

Fig. IV-2. Burial of trees by topographic changes and adventitious roots out of trunks or branches.

ヒメヤシャブシ (*A. pendula*) は低木であるが、耐乾性に富み、本州では昔からクロマツ海岸林、アカマツ山腹緑化林のような砂防造林の肥料木として植栽されてきた。なだれ地にも生育し、雪や被陰にもよく耐えるから、防災林の第二層の有用な材料である。

ハンノキ属種は総じて、①土地に対する適応性が大きい、②初期生長が速い、③育苗が容易である、④直播できる、⑤不定根が発生する、などの特徴をもち、ヤナギ類とともに、林帯造成の有用な材料といえる。

3) ブナ科 Fagaceae

ミズナラ (*Quercus mongolica* var. *grosseserrata*) は、冷温帯林の代表的な樹種であり、谷間・緩傾斜地・溪流沿いなどの、適潤な肥沃土によい生長を示し、山地から海岸まで広くみられ、河畔や砂丘にも生育する。直根性のため、水はけのよいことが生育地の条件であるが、土壌的な適応性がかなり広い。天然生海岸林の主要樹種であり、トドマツとの混交林では風上側に多くみられる。

カシワ (*Q. dentata*) は前者に比較して、温帯系であり、より直根性で、より汀線近くまで生育し、海岸林の代表的な樹種であって、しばしば大きな純林をつくる。砂丘に生育し、不定根が発生しにくいにもかかわらず、飛砂の埋没によく耐える。冬季にも枯れ葉が残存し、常緑樹なみの防風効果をもつとみられ、塩風害にもよく耐える。

ミズナラとカシワは、①一年生枝が太く、芽鱗・コルク層が発達して、寒風によく耐え、②萌芽回復力に富み、③典型的な風衝多幹の樹冠をつくる (図-IV-3) などの、海岸林用樹種としてのすぐれた性質をもっている。また、④根切り・据置き方式の確立によって、育苗が容易となり (斎藤・水井ほか, 1979 a), ⑤直播にも十分期待できる (斎藤, 1981 a), などからもこれらは海岸林造成の最重要な材料といえる。なお、両者が混交する森林では、カシワが海側に、ミズナラが内陸側に生育するから (伊藤ほか, 1974), カシワの方が砂地造林により適するといえる。

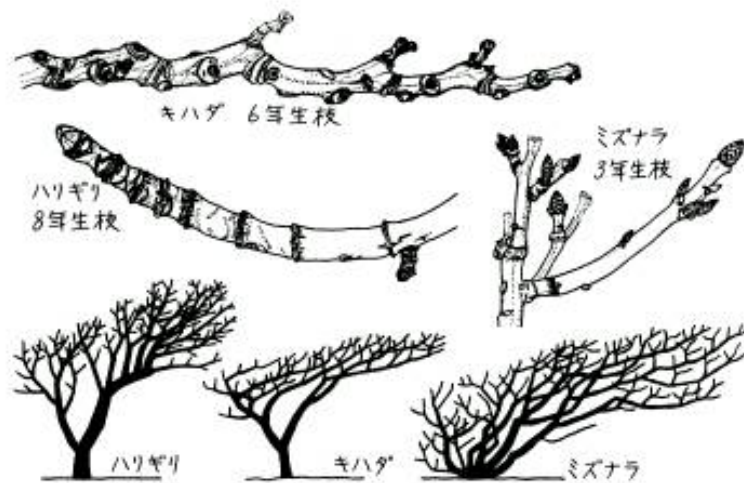
コナラ (*Q. serrata*) およびクリ (*Castanea crenata*) は、西南部の天然生海岸林において、カシワ・ミズナラと混交するが、海風にはやや耐性が弱いとみられる。ただし、景観的な植栽の材料としては有用である。

4) その他の広葉樹

イタヤカエデ (*Acer mono*) は、変種ベニイタヤ (*A. var. mayrii*) も含んで、分布が広く、北海道では山地から海岸まできわめてふつうに生育し、天然生海岸林での混交率・出現率が高い (表-Ⅱ-7-a, b)。沢沿いの適湿・肥沃な深層土を好むが、海岸砂地や重粘土地にも生育し、耐陰性に富み、陽樹林に侵入する。海岸林では、ミズナラ・カシワの次に優勢な樹種であり、土壌的にはより適応性に富む。これは①屋敷林の代表的な自生樹種である、②強風地にも生育する、③萌芽力に富む、④刈込みによく耐える、⑤育苗が比較的容易である、などの特徴をもち、防災林造成の材料として不可欠なもののひとつである。

キハダ (*Phellodendron amurense*) は、山地から海岸線まで広く生育し、生長がかなり速く、鳥に散布され、出現率が高く、塩風害・野ネズミ害によく耐え、萌芽力・耐陰性があり、ほぼヤチダモなみの耐風性を示し、苗木づくりも容易である。

ハリギリ (*Kalipanax pictus*) は、日本各地に及ぶ広い分布域をもち、北海道における生育地も多様である。とくに海岸林で目立ち、その高い出現率は鳥散布・耐陰性・耐風性・長寿・根萌芽力・土壌への適応性などに関係する (尾内, 1969 ; 斎藤, 1976 b)。実生および根ざしによる育苗が容易であり



図一IV-3 風衝地の単木の樹形と枝の形態 (羽幌町天売島)

Fig. IV-3. Wind-blown trees and their branches at Teuri Island, northern Hokkaido.

(原口・斎藤, 1974), キハダ・ヤチダモと同様に, 防災林造成の重要な材料である。風衝地におけるこれらの枝と樹形の一例を示すと, 図一IV-3のようである。

ヤチダモ (*Fraxinus mandshurica* var. *japonica*) は, 谷間・山腹下部・水流沿いなどの, 水はけのよい肥沃な土壤に旺盛な生長を示し, 長寿で, 河畔林の高木となる。従来, おもに低湿地造林の切り札として用いられてきたが, この場合の成績はよくない(浅井, 1973)。それでも, 他樹種より

も, 過湿地によく耐える。屋敷林に植栽されると, 土壤を問わず, また, 強風地でもよく生長する。これは①根の適応力, ②萌芽力, ③耐風性, ④造林の歴史の古さ, ⑤育苗の容易さ, ⑥生存率の高さ, ⑦耐陰性などの多方面において, 防災林の材料としての好条件を備えている。

5) 針葉樹

トドマツ (*Abies sachalinensis*) は深根性で, 適潤な肥沃土により生長を示し, 火山灰地・粘土地・洪水段丘・海岸砂地にも生育して, 土壌的な適応性がかなり大きい。耐陰性・遅い初期生長・霜害に弱いこと・散布距離の小さい Slow traveller などの性質から, 極盛相を代表する樹種と考えられてもいるが, 降灰・土石流・表土層崩壊・地すべりなどの地表変動による裸地に風散布され, しばしば一斉林をつくることから, むしろ Pioneer とみられる。林分樹齢は 150 年くらいであって, 長寿とはいえない。天然生海岸林の主要樹種であり, 火山灰層の介在する砂丘により生長を示し, 風衝にもよく耐える。近年, 防災林の植栽成績が各地で良好であり (新井, 1966; 野呂田, 1971; 東海林・中西, 1967), 耐寒性と防雪効果から, 鉄道林ではヨーロッパトウヒの後継樹となりつつあり, 道路防雪林の切り札でもある。

育苗に 4-6 年を要し, 植栽後 3-5 年間の生長が遅いことが, 材料としてのトドマツの欠点とみられるが, このことは①樹冠うっ閉をまって旺盛に生長する, ②根張りが枝張りに先行する, ③養苗の根切り球状根が本来の直根に戻るのに時間を要する, などの性質に由来する。これらは必ずしも欠点とはいえず, 植栽地の厳しい環境に適応するための長所ともみられる。なお, トドマツには産地間変異があり, 植栽地と母樹の生育地とが同一地方であることが望ましい (畠山, 1981)。上述の諸特性のほか, 主要造林樹種であること, 密植に適すること, 常緑性であることなどからみて, トドマツは防災林の最重要な材料のひとつであるといえる。

エゾマツ (*Picea jezoensis*) は分布域が広く, 耐寒性・耐陰性に富み, やや浅根性であり, 低湿地・やせ地によく耐え, 350 年前後の林分寿命をもつ。これは, トドマツ以上の耐性を持ち, 景観的な価値も高い。ただし, 5-7 年間もの育苗期間, 霜害に弱いこと, エゾマツカサアブラの害, 遅い初期

生長などから、育苗・造林の実績が乏しかった。それでも、優良造林地の例（阿木，1970），屋敷林における成果（斎藤・小原，1978），鉄道林におけるヤチダモにまさる耐湿地性（奥山，1966），効果の長期持続などを考えると，これは防災林の材料として重要なものといえる。

アカエゾマツ（*P. glehnii*）は，400年以上の林分樹齢をもち，浅根性で，土壌的にきわめて耐性が大きく，蛇紋岩土・泥炭土・重粘土・砂丘砂などの特殊土壌への Pioneer とみられ（松田ほか，1973；斎藤・東，1971），しかも長寿で，極盛相をつくる（舘脇，1944；渡辺，1970）。これは耐乾性にやや乏しいが，霜害に強く，低湿地にもよく生育する。ヨーロッパトウヒとほぼ同様の環境に向き，耐寒・耐雪性においてトドマツにまさり，多雪地方の切り札樹種として造林されている。天然分布や生育地がやや限定されているが，植栽成績・苗木生産量・耐性・長寿・景観的な価値などからみると，防災林の材料としては，これはトドマツと並ぶものといえる。

以上の針葉樹3種は，広葉樹と比較して，初期生長が遅く，草本の被圧に弱く，萌芽力がないなどの性質をもっている。しかし，常緑性であり，耐寒性にすぐれ，耐雪性に富み，やせ地によく耐え，総じて耐陰性が高く，長寿であるなどのプラス面をもっている。このことは，一般造林樹種である点も含

表IV-1 主要防災林の樹種の諸特性

Table IV-1. Features of

Species	樹種	分布*	生育地
<i>Populus maximowiczii</i>	ドロノキ	北海道・本州・樺太・アムール	河畔・火山山麓・谷間
<i>Salix integra</i>	イヌコリヤナギ	〃・〃・九州・朝鮮	〃・〃
<i>S. miyabeana</i>	エゾノカワヤナギ	〃・〃（北部）	〃
<i>S. sachalinensis</i>	ナガバヤナギ	〃・〃・樺太・千島ほか	〃・山地～平地
<i>S. pet-susu</i>	エゾノキヌヤナギ	〃・〃（中・北部）・樺太	〃・谷間
<i>S. hultenii</i> var. <i>angustifolia</i>	エゾノバッコヤナギ	〃・千島・樺太・カムチャッカ	〃・広く山地～平地
<i>Betula ermanii</i>	ダケカンバ	〃・本州（中・北部）千島・樺太	崩壊地・なだれ地・亜高山地
<i>Alnus japonica</i>	ハンノキ	〃・〃・朝鮮・満州・ウスリー	河畔・谷間・低湿地
<i>A. hirsuta</i>	ケヤマハンノキ	〃・〃・樺太・千島	〃・〃・崩壊地
<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	ミズナラ	〃・〃・〃・〃	広く山地～海岸・河畔・砂丘
<i>Q. dentata</i>	カシワ	〃・〃・南千島・朝鮮・中国	海岸砂地・火山灰地
<i>Acer mono</i>	イタヤカエデ	〃・〃・樺太・千島・満州ほか	山腹・谷間・崩壊地・砂丘
<i>Phellodendron amurense</i>	キハダ	〃・〃・〃・南千島ほか	広く山地～海岸
<i>Kalopanax pictus</i>	ハリギリ	〃・〃・〃・千島・九州ほか	谷間・山腹・海岸砂地
<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i>	ヤチダモ	〃・〃（中・北部）	〃・河畔・低湿地沿い
<i>Abies sachalinensis</i>	トドマツ	〃・樺太・南千島	広く山地～平地・海岸砂地
<i>Picea jezoensis</i>	エゾマツ	〃・〃・〃・ウスリーほか	山地～平地
<i>P. glehnii</i>	アカエゾマツ	〃・〃・〃ほか	〃・泥炭地・重粘土地・火山山麓

*大井（1965），宮部ほか（1920-31），ほかによる。

めて、防災林の材料としてきわめて好ましいものである。

その他の自生針葉樹には、ハイマツ (*Pinus pumila*)・キタゴヨウマツ (*P. parviflora* var. *pentaphylla*)・ヒノキアスナロ (ヒバ, *Thyopsis dolobrata* var. *hondae*) があるが、これらは分布・生育地が限定され、植栽例がきわめて乏しい。ただし、これらは、イチイ (*Taxus cuspidata*) とともに、景観的な植栽において価値が高い材料である。

上述した、北海道に自生する主要防災林樹種の諸特性は、表-IV-1のようにまとめられる。

3. 補完的な樹種

上述の主要樹種を補完する材料として、また景観的な植栽材料としても、以下の自生樹種を併用することが望ましい。

これらは、主要樹種と比較して、①天然生海岸林における混交率・出現率が一般的に低い、②防災

main indigenous species suitable for the shelterbelt establishment in Hokkaido.

天然生海岸林		耐 性			初期 生長	寿命	種子散布	栄養繁殖	植栽材料
出現度	混交度	風	湿地	被陰					
低	低	中	大	中	速	中	風	萌芽	サシホ
〃	〃	大	中	〃	〃	短	〃	萌芽・伏条	〃
〃	〃	〃	大	小	〃	〃	〃	〃・〃	〃
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃・〃	〃
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃・〃	〃
高	〃	〃	中	〃	〃	〃	〃	萌芽	山引き苗
中	〃	〃	〃	中	〃	長	〃	〃	養成苗・種子
低	〃	中	大	〃	中	〃	〃	〃	〃・〃
中	〃	〃	中	〃	速	中	〃	萌芽・伏条	〃・〃
高	高	大	小	中	中	長	動物	萌芽	〃・〃
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃・〃
〃	〃	〃	中	大	〃	〃	風	〃	〃・〃
〃	低	〃	〃	中	〃	〃	動物	〃	養成苗
〃	〃	〃	〃	大	〃	〃	〃	根萌芽	〃
低	〃	〃	大	中	〃	〃	風	萌芽	養成苗
高	高	大	小	大	遅	中	〃	〃	〃
低	低	中	大	〃	〃	長	〃	〃	〃
〃	中	〃	〃	小	〃	〃	〃	〃	〃

林造成事業における植栽例が少ない，③屋敷林の植栽例が局部的である，④育苗技術の未確立なものが多い，⑤造成地の環境に対する適応性がより小さい，⑥低木であって肥料木的な価値をもつ，などのいずれか，あるいはいくつかの条件をもつ材料である。

1) 高 木

オニグルミ (*Juglans ailanthifolia*) は，肥沃な土壤をもつ河畔や沢筋によい生長を示すが，ときには河口の海岸砂地・粘土地にも生育する。屋敷林にはしばしばみられる。耐乾性にやや劣るが，低湿地の防災林の材料として有用である。

ハルニレ (*Ulmus davidiana* var. *japonica*) は，肥沃な河畔に生育する代表的な樹種とみられているが，海岸砂丘・火山砂礫地などのやせ地にもしばしば生育する。ヤナギ科植物と同様に，初夏に休眠性の乏しい種子散布をするために水流沿いに生育しているが，植栽すると，風衝地・海岸砂地にも生育する。同科のエノキ (*Celtis sinensis*)・ケヤキ (*Zelkova serrata*) が東北地方の海岸線における主要な屋敷林樹種であり，砂丘にもしばしば生育している事例からみて，ハルニレは防災林の有用な材料になる可能性がある。

オヒョウ (*U. laciniata*) は，肥沃な林地に生育して，耐陰性がかなり高く，土壌的にも前者より広い適応性をもつとみられる。利尻島の屋敷林では，イタヤカエデに劣らない耐風性を示している。

表-IV-2 補完的な防災林樹種の諸特性

Table IV-2. Features of assistant indigenous

Species	樹 種	分 布*	生 育 地*
<i>Populus sieboldii</i>	ヤ マ ナ ラ シ	北海道・本州・四国・九州	丘陵・海岸砂地
<i>Juglans ailanthifolia</i>	オ ニ グ ル ミ	〃 ・ 〃 ・ 〃 ・ 〃 ・ 樺太	河畔・谷間
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	シ ラ カ ン バ	〃 ・ 〃 (中・北部)	崩壊地・山火事跡
<i>Quercus serrata</i>	コ ナ ラ	〃 (中・南部)・本州・朝鮮ほか	丘陵・丘陵
<i>Castanea crenata</i>	ク リ	〃 (〃)・ 〃 ・四国・九州	〃 ・谷間
<i>Ulmus davidana</i> var. <i>japonica</i>	ハ ル ニ レ	〃 ・本州・樺太・千島ほか	河畔・ 〃
<i>U. laciniata</i>	オ ヒ ヨ ウ	〃 ・ 〃 ・朝鮮・満州ほか	〃 ・ 〃
<i>Sorbus commixta</i>	ナ ナ カ マ ド	〃 ・ 〃 ・四国・九州	広く山地～海岸
<i>Tilia japonica</i>	シ ナ ノ キ	〃 ・ 〃 ・ 〃 ・ 〃 ・中国	〃 ～丘陵
Shrubs	低 木		
<i>Morus bombycis</i>	ヤ マ グ ワ	〃 ・ 〃 ・樺太・南千島ほか	広葉樹林内
<i>Malus baccata</i> var. <i>mandshurica</i>	エ ゾ ノ コ リ ン ゴ	〃 ・ 〃 (中・北部)・ 〃 ・樺太	海岸砂地～丘陵
<i>Elaeagnus umbellata</i>	ア キ グ ミ	〃 (西部)・本州・四国・九州	丘陵
<i>Weigela coraeensis</i>	ハ コ ネ ウ ツ ギ	〃 (南部)・ 〃 ・ 〃 ・ 〃	海岸線
<i>Lonicera morrowii</i>	キンギンボク	〃 (中・南部) ・本州・四国	海岸砂地

*大井 (1965)，宮部ほか (1920-31)，ほかによる。

エゾヤマザクラ (*Prunus sargentii*) は、天然生海岸林によくみられ、風衝地のイタヤカエデ 1 列防風林の風下に植栽されて桜園が可能なほどの耐風性をもつ。景観的な価値がきわめて高い材料のひとつである。

ナナカマド (*Sorbus commixta*) は、代表的な鳥散布樹種であり、山地から海岸まで広く生育する。海岸林、とくにトドマツ林では混交率が高く、砂丘にも生育し、耐陰性にもすぐれている。景観的に重要な材料のひとつである。同属のアズキナシ (*S. alnifolia*) は、前者に比較して、やや陽性であり、耐風性がより大きいとみられる。

シナノキ (*Tilia japonica*) は、ミズナラ・イタヤカエデとともに、代表的な冷温帯樹種である。肥沃土を好むが、尾根筋の風衝地や海岸砂丘にも生育し、萌芽力が旺盛である。耐雪性に富むから、育苗技術が確立されると、防災林の有用な材料になると予想される。

2) 低 木

ヤマグワ (*Morus bombycis*) は、耐陰性が高く、土地を選ばない。焼尻島の例では、ブッシュを形成して耐風性もあるから、刈込むことにより防風生垣つくり用いるか、狭い林帯の裾抑えに有用な材料である。技さし植栽 (埋技工) の可能性がある。

エゾノコリンゴ (*Malus baccata* var. *mandshurica*) は、海岸線の砂地・重粘土地・泥炭地にみられ、小さい叢林をつくる。風衝地に耐えて生育するから、林縁帯の材料として期待できる。

species suitable for the shelterbelt establishment in Hokkaido.

天然生海岸林		耐 性			初期 生長	寿命	種子散布	栄養繁殖	植栽材料
出現度	混交度	風	湿地	被陰					
低	低	中	小	中	速	中	風	根萌芽	山引き苗
〃	〃	〃	大	〃	中	長	動物	萌芽	養成苗・種子
〃	〃	〃	中	小	速	短	風	〃	〃・〃
〃	〃	大	小	中	中	長	動物	〃	〃・〃
〃	〃	中	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃・〃
〃	〃	大	中	〃	〃	〃	風	〃	養成苗
〃	〃	〃	〃	大	〃	〃	〃	〃	〃
高	中	中	〃	〃	〃	中	動物	〃	〃
低	低	大	〃	中	〃	長	風	〃	〃
〃	〃	中	〃	大	遅	中	動物	萌芽・伏条	養成苗・サシホ
〃	〃	大	〃	中	中	〃	〃	〃・〃	養成苗
〃	〃	〃	小	小	〃	短	〃	〃・〃	サシホ
〃	〃	〃	〃	〃	速	〃	風	〃・〃	〃
〃	〃	〃	〃	中	中	〃	動物	〃・〃	〃

アキグミ (*Elaeagnus umbellata*) は、丘陵に生育しているが、植栽すると海岸砂地でもよく生長し、飛砂に耐え、肥料木効果がある。枝さしが可能であり、昔から飛砂地の風上林縁（捕砂帯）の有用な材料である。同属のナツグミ (*E. multiflora*) は、前者よりも通直な幹をもち、刈込みにより、防風生垣の有用な材料になる。

ハコネウツギ (*Weigela coraeensis*) は、道南の海岸線では防風生垣の重要な材料であり、枝さし増殖が容易である。小規模な林帯に適し、景観的な価値が高く、塩風の強い場所ではヤナギ類に代わる前生林の材料である。

キンギンボク (*Lonicera morrowii*) は、海岸砂地に生育し、枝さしにより密な防風生垣を形成する。アキグミとともに、砂地造林の有用な材料である。

上述した、自生の補完的な防災林樹種の諸特性は、表Ⅳ-2のようにまとめられる。

4. 外来樹種の評価

本論文でいう外来樹種とは、北海道に自生しないものを指し、本州産と外国産のものを一括する。

1) 植栽経過

北海道では、開拓にともなう森林の伐採とともに、気象条件が悪化し、それを緩和するために、防災を主目的とした人工林が早急に必要となった。それで、山引き苗を利用した屋敷林を例外として、外来樹種の植栽が盛んに行われた。そうした事例は鉄道防雪林、耕地防風林および海岸砂地造林にみられる。

外来樹種が優先して植栽された理由は、次のように考えられる。技術的な面からみると、①既に確立された造林技術とその材料を直接に導入することの容易さ、②自生の主要な針葉樹がモミ属・トウヒ属（マツ科モミ亜科）であって、本州のスギ（スギ科）・ヒノキ（ヒノキ科）・アカマツ・クロマツ（マツ科マツ亜科）とは異質であること、③自生樹種の育苗技術が未発達であったこと、などがあげられる。

また、社会的・嗜好的な面からみると、④必要性に迫られたため、自生の材料を検討する余裕がなかったこと、⑤本州および西欧の文化とそこに生育する樹種への憧憬が強かったこと、⑥開拓者たちが自らの出身地の樹種やそれらと同類の樹種を求めて植栽したこと、⑦外来の庭本・街路樹用の樹種を防災林にも転用したこと、などがあげられる。そして、身近に生育する自生樹種よりも、外来樹種を優先して植栽するという風潮は、現在でも根強いものがある。

鉄道防雪林のヨーロッパトウヒ・カラマツ、耕地防風林のカラマツ・クロポプラ、海岸砂地造林のクロマツ、一般経済林のスギ・カラマツ——これらは一応の成功をみている。しかし、これらの外来樹種は北海道全域に好成績をあげているわけではなく、気象的な植栽可能域の限界と、土壌的な生育条件の制約とから、往時のように植栽されなくなってきた。そして、自生樹種が次第にこれらに代わりつつある。とくに、環境条件が厳しい林帯造成地では、樹木の生育阻害因子が顕著なため、この傾向が強くなっている（図Ⅳ-4）。

2) 各樹種の適応性

カラマツ (*Larix kaempferi*) は、本州中部山岳、とくに火山地域に狭く分布し、降灰地・崩壊地・土石流跡などの裸地に先駆侵入して、しばしば純林をつくる（館脇ほか、1965）。北海道ではよく生

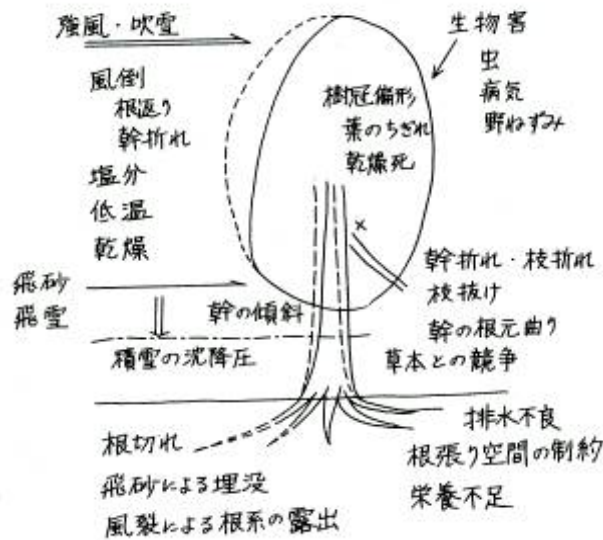


図-IV-4 造成地の樹木に関わる生育阻害因子

Fig. IV-4. Anti-growing factors on the trees planted for the shelterbelt establishment.

る材料になりうる (図-IV-6)。近年、カラマツとグイマツの雑種 (グイマツ F₁, *L. dahurica* var. *japonica* x *L. kaempferi*) がつくられ、一般造林で成果が期待されているが、防災林の材料としても可能性が大きいとみられる。

ヨーロッパトウヒ (*Picea abies*) は、ドイツの林業・鉄道林を手本として、わが国では鉄道防雪林の切り札として植栽されてきた (国鉄施設局, 1960)。これは浅根性で、低温によく耐え、初期生長にすぐれ、育苗が容易で、下枝がよく残り、枝葉が密について防風効果が大きく、耐雪性に富み、常緑性である、などの特性がある。内陸部での成績にすぐれているが、海岸線で

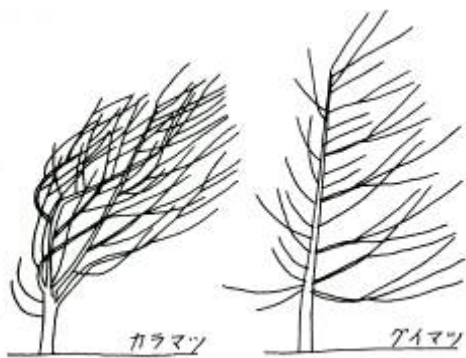


図-IV-5 カラマツとグイマツの風衝樹形
Fig. IV-5. Wind-blown shapes of *Larix kaempferi* and *L. dahurica* var. *japonica*.

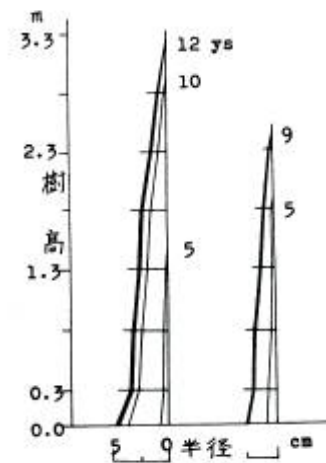


図-IV-6 グイマツの樹幹解析
Fig. IV-6. Stem-analyses of *Larix dahurica* var. *japonica* growing at shelterbelts.

育し、主要造林樹種の位置を占め、内陸防風林の材料としても成功している。しかし、海岸線では先枯れ病に弱く、風衝形がいちじるしいし、低湿地・重粘土地には不向きであり、雪害にも弱い。それでも、初期生長の速さ、風衝ブッシュ形成 (図-IV-5)、供木供給量の大きさなどから、少雪地方の海岸線 (たとえば釧路地方、高橋ほか, 1974) においては、かなり有用な材料といえる。

グイマツ (*L. dahurica* var. *japonica*) は、前者よりも低温・強風・雪害に対して耐性が大きく、浅根性で土壌的な適応性にまさり、生物害にも抵抗性が高い。苗木供給量が増大すると、日本海沿岸中・北部やオホーツク海沿岸北部において、カラマツに代わ

は期待に込えず、とくに道北の強風地では短命になりやすい結果を示している。それにもかかわらず、低湿地の林帯材料として、アカエゾマツ・ヤチダモとともに、今後もきわめて有用なものである。

クロマツ (*Pinus thunbergii*) は、本州方面の飛砂地において、江戸時代から用いられてきて、海岸砂地造林の切り札となっている。これは陽樹で、ほかの高木種との混交に適さず、単純林方式を条件とし、アキグミ・ヒメヤシャブシなどの低木種をとまなう程度である (図-IV-7)。これが、その植栽

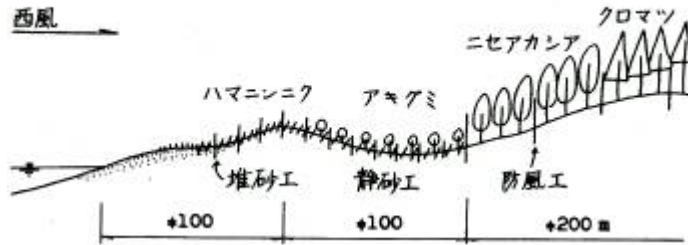


図-IV-7 海岸砂地造林地横断模式図 (新潟県北蒲原群)

Fig. IV-7. A sketch of the shelterbelt on sand dunes at Kitakambara-gun, Niigata Prefecture, central Honshu.

技術とともに寒冷地にも導入されたが、道央以北では低温と雪害に耐えられず、日本海側では桧山・後志地方まで、太平洋側では渡島・胆振・日高地方までに限定されていて、しかも成林の見込みは半島部に限られる。そこでは、十分な林帯幅員があれば、砂坂海岸林のような成果があがる。

アカマツ (*P. densiflora*) は、海岸林にも適し (図-IV

8), 前者より耐寒性に富む。しかし、並木・庭木としての可能性はあっても、防災林の材料としては前者なみと考えられ、道東や道北の海岸線での成果をあまり期待できない。砂地造林はマツ属種に限る、という根強い考えから、クロマツの生長可能域以北へは、より耐寒性の大きい材料がヨーロッパや北アメリカから導入された。それらはヨーロッパアカマツ (*P. sylvestris*)・バンクスマツ (*P. banksiana*)・リギダマツ (*P. rigida*)・モンタナマツ (*P. mugo*) などであり、

表-IV-3 おもな外来樹種の特長

Table IV-3. Features of

Species	樹種	原産地*	生育地*
<i>Larix kaempferi</i>	カラマツ	本州中部山岳	火山山麓・崩壊地
<i>L. dahurica</i> var. <i>japonica</i>	グイマツ	樺太・千島	湿潤地・重粘土地
<i>Picea abies</i>	ヨーロッパトウヒ	スカンディナヴィア・アルプス	丘陵・山腹
<i>Pinus thunbergii</i>	クロマツ	本州・四国・九州・朝鮮	海岸砂地・丘陵
<i>P. densiflora</i>	アカマツ	〃・〃・〃・〃	火山山麓・〃
<i>P. mugo</i>	モンタナマツ	アルプス	岩礫地
<i>Populus alba</i>	ギンドロ	ヨーロッパ・中国	河畔
<i>P. nigra</i>	クロポプラ	〃・中央アジア	〃
<i>Salix matsudana</i> forma <i>tortuosa</i>	ウンリュウヤナギ	植栽	—————
<i>Prunus salicina</i>	スモモ	〃 (中国)	—————
<i>Robinia pseudoacacia</i>	ニセアカシア	北アメリカ東部	丘陵
<i>Amorpha fruticosa</i>	イタチハギ	〃・メキシコ	(乾燥地)
<i>Acer negundo</i>	ネグンドカエデ	〃・太平洋岸	やや湿潤地

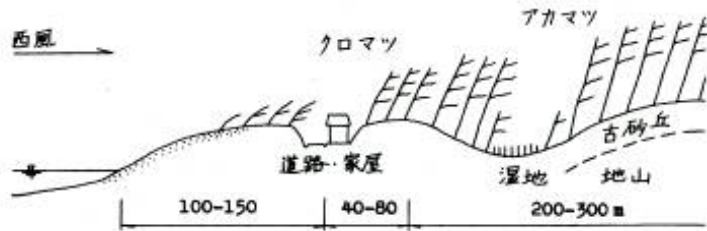


図-IV-8 海岸林横断模式図 (村上市瀬波, 村上営林署)
 Fig. IV-8. A sketch of the shelterbelt on sand dunes at Senami, Murakami, Niigata Prefecture, central Honshu.

初期生長の旺盛なことから成林が見込まれたが、雪害・野ネズミ害・病害などにより不成績に陥入り、比較的短期間に植栽が中止された(図-IV-9)。ただし、低木のモンタナマツだけは、海岸砂地でブッシュを形成し、風上林縁の材料として見込みがある。

ギンドロ (*Populus alba*) は枝さしができ、内陸でも海岸線でもよく生育し、風衝には萌芽により、飛砂埋没には不定根によって対応する。防災林では、ヤナギ類と同様に、埋技工で用いられる材料である。

クロポプラ (*P. nigra*) は、ポプラとよばれて早くから並木・防風林・屋敷林に広く用いられてきた。枝さしができ、初期生長がきわめて速く、並木のようなやや単木的な植栽に適するが、刈込みによる密な生垣にもできる。ドロノキとともに用いられ、より景観的な価値をもつ。ただし、近年導入された改良(雑種)ポプラ (*P. euroamericana*) は、生長がきわめて速いが、耐寒・耐風性において劣る。

ウンリュウヤナギ (*Salix matsudana forma tortuosa*) は、本来は庭木であるが、枝さしによる生垣は塩風によく耐え、海岸砂地でも生育する。耐寒性も大きいから、シダレヤナギ (*S. bobyronica*) とともに、これは景観的な価値の高い防風生垣材料といえる。

クヌギ(*Quercus acutissima*) は、植栽例は少ないが、道南地方ではコナラ・クリとともに、ミズナ

main exotic species suitable for the shelterbelt establishment in Hokkaido.

おもな植栽地域	植栽敵地	初期生長	栄養繁殖	植栽材料
ほぼ全道	火山灰地	速	(萌芽)	養成苗
道北	重粘土地	中	(")	"
ほぼ全道	泥炭地	"	———	"
道南～道央	海岸砂地	"	———	"
" ~ "	"	"	———	"
ほぼ全道	"	遅	萌芽・伏条	"
"	"	速	"・根萌芽・伏条	サシホ
"	砂地, 泥炭地	"	"・"・"・"	"
"	海岸砂地	"	"・"・"・"	"
"	(海岸線)	中	"	養成苗
"	海岸砂地	速	"・"	"
"	"	"	"・"	"・種子
"	泥炭地	中	"	"・サシホ

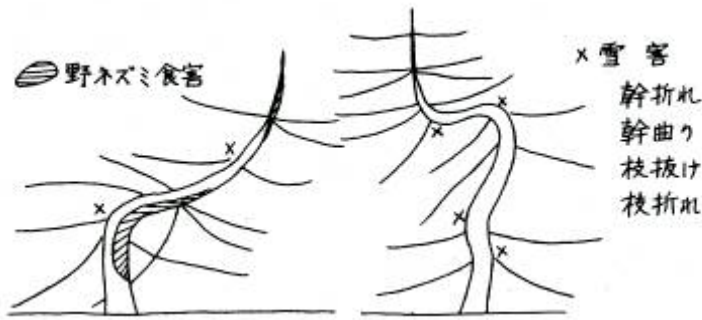


図-IV-9 ヨーロッパアカマツの雪害と野ネズミ害 (猿払村シネシンコ)

Fig. IV-9. Damages of *Pinus sylvestris* by heavy snow and red-backed vole at Shineshinko, Sarufutsu, northern Hokkaido.

ラ・カシワの補完材料として有用であろう。

スモモ (*Prunus salicina*) は、ウメに代わる寒冷地用の果樹として各地に植栽された。道北の海岸線においても、きわめて耐風性に富み、屋敷林の主要樹種であって、刈込み生垣としてすぐれている。景観的な価値からも、強風地の防災林、とくに道路林の有用な材料のひとつである。

ニセアカシア (*Robinia pseudoacacia*) は、砂防造林用に広く植栽され、海岸砂地・崩壊地・ポタ山・防雪林などに用いられてきた。強風や飛砂に対しては萌芽・根萌芽・不定根の発生によって耐える。肥料木として植栽されたが、東北地方では混植された主林木のクロマツを圧倒する旺盛な生長を示している (富樫, 1964)。しかし、寒冷地方の海岸線では、植栽後 20 年ほどで枯損しはじめる傾向にある。それでも、育苗が容易で、根張りが強く、初期生長が速く、肥料木効果がある、などの特性から、防災林の補完材料として有用なひとつである。

イタチハギ (*Amorpha fruticosa*) は、低木で、やせ地に生育し、草本との競争によく耐え、飛砂には不定根で対応し、ブッシュを形成する。肥料木効果も含めて、アキグミとともに、海岸砂地造林の有用な材料である。

表-IV-4 防災林造成の適樹

Table IV-4. Suitable species for the shelterbelt establishment in Hokkaido.

区分		海岸強風地	やや内陸部	
自 生 樹 種	前 生 林	ナガバヤナギ・エゾノキヌ ヤナギ・タチヤナギ・イヌ コリヤナギ	ドロノキ・シラカンバ・ケ ヤマハンノキ・エゾノカワ ヤナギ・シロヤナギ	
	基本 林	広 葉 樹	ミズナラ・カシワ・ハリギ リ・キハダ・イタヤカエデ	ヤチダモ・ダケカンバ・シ ナノキ・オヒョウ
		針 葉 樹	トドマツ	アカエゾマツ エゾマツ
	補 完 的	広 葉 樹	エゾノコリンゴ・アキグミ	ハコネウツギ・ヤマグワ
針 葉 樹		ナナカマド・コシアブラ	ハルニレ・エゾヤマザクラ	
外 来 樹 種	広 葉 樹	ハイマツ	キタゴヨウ ヒバ イチイ	
		ギンドロ・イタチハギ	ニセアカシア クロポプラ	
	針 葉 樹	クロマツ・モンタナマツ・ グイマツ	カラマツ・ヨーロッパトウ ヒ・アカマツ	

ネグンドカエデ (*Acer negundo*) は、枝さしできるカエデ属種であり、屋敷林や防風生垣として成果がみられる。これは、シンジュ (*Ailanthus altissima*) などと同様に、防災林の補完的・景観的な材料のひとつである。

外来樹種のうち、[□]防災林に植栽されてきて、ある程度の成果がみられ、しかも自生樹種を補完するものとして期待できる樹種は、表-IV-3 のようである。

以上を要約すると、防災林造成の適樹は、表-IV-4 のように整理できる。すなわち、寒冷地方の防災林造成における活物材料をみると、十分な数の樹種が自生していること、それらの適応性も天然生海岸林や既往の防災林において歴史的に証明されていることからみて、これら自生樹種の利用が防災林造成の基本方式であると考えられる。また、外来樹種は自生樹種の補完としてあるいは景観的な材料として用いられるべきものであると考えられる。

V. 土地条件の改良

1. 地拵えの意義

防災林造成地に植栽された樹木は、生長する過程においてさまざまな生育阻害因子に出会う。つまり、造成地の位置・気象・地形・土壌・先住植生などの諸因子の影響を受けるのである。そして、これらの因子に関する、活物工法のためのいろいろな対策や改良方法のなかで、最も実行しやすく、しかも効果的に行えるものは地拵えである。

このことは、また、天然生海岸林の成立条件と、海岸線における人工林の造成条件との違いを考察すれば、きわめて容易に理解できる。樹木群の侵入に際しては、地表変動が大きな役割を果たしている。そして、人工林の造成においては、地表変動に相当するものは地拵えをしておかない。表-V-1 に地拵えと地表変動の比較を示した。

地拵え (Site preparation) とは、植栽木の定着を確実にするための造林技術のひとつであり、といこ苗木の初期生長を保護・促進するために欠くことができず、古くから行われてきている。

わが国の伝統的な地拵えは、スギ造林に代表され、草本や雑木の刈払い・伐倒・枝葉除去・火入れなどがおもな作業種である。しかし、この方式では、地上部を裸地ないしそれに近い状態までもっていくことができても、地下の根系と地表付近の生長点までを取除くことは困難であるから、短期間に先住植生が回復しやすく、これらが地下からも地上からも植栽木を圧迫することになる。それで、毎年数回ずつの草刈りを余儀なくされる。いちおう、この方式は北海道の一般造林や防災林造成に適用されてきた。

しかし、寒冷地方の防災林造成においては、環境条件がきわめて厳しいから、地下部も含めた、より積極的な地拵えを必要とする (図-V-1)。そして、この積極的な地拵えは、土壌を中心とする適地適木の考え方を変革するほどの強い影響力をもたらすものである。

筆者は、地拵え工種について、次のような分類を試みた。活物材料の生育を阻害する因子を除去ないし緩和する方法には、生物的なものや物理的のものがああり、後者はさらに土質的のものと気象的のものとに分けられる (図-V-2)。そして、土質的な地拵えこそ、活物工法にとって、人間による自然環境への最も基本的な働きかけである、と考えられる。

表-V-1 地拵えの工種と地表変動との比較

Table V-1. Comparison of the kinds of site preparation method and the topographic changes.

工種	目的	分類	地表変動
地はぎ	先住植生の除去	生物的	地すべり・山腹表土層の崩壊
客土	根張り空間の拡大	土壌的	降灰・土石流・崩土堆積
耕うん			
排水			
防風保護工	風上前線の確保	気象的	砂丘形成

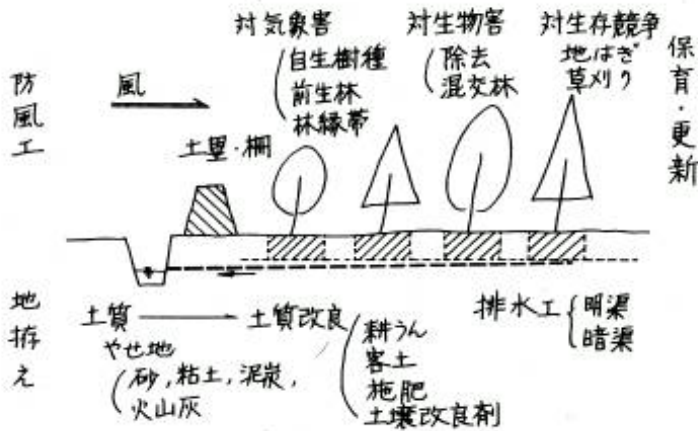


図-V-1 環境因子と地拵え工種

Fig. V-1. Environmental factors and kinds of site preparation.

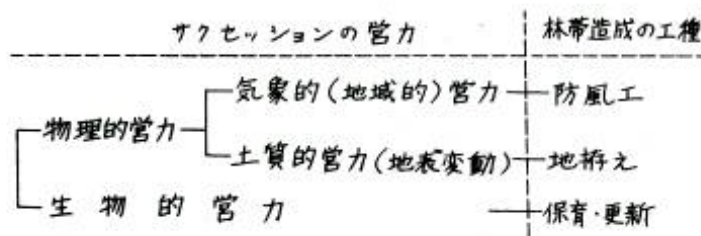


図-V-2 サクセッションの営力に対応した林帯造成の工種 (COWLES, 1911 に加筆)

Fig. V-2. Agents of succession and methods of shelterbelt establishment.

2. 先住植生の除去

1) 先住植生の除去

北海道の海岸砂地では、林帯造成地の大半に飛砂が生じていない。そこには、オオヨモギ・エゾニュウなどの、大型の内陸草本も生育する。つまり、本来の砂丘草本と、飛砂地には生育しない内陸草本とが混じって生育する。こうした実例は、浜頓別町オントキタイ浜(斎藤・東, 1971)、浦幌町豊北浜(斎藤, 1971c)をはじめ各地の海岸砂丘でみられる。「原生花園」として知られる海浜植生には、ふつう、多くの草本が含まれている。

また、低湿地・泥炭地においても、ヨシ・ミズゴケなどの湿生植物とともに、クマイザサ・オオイタドリなどの中生植物が繁茂する場合がしばしばみられる。

こうした多様な生育パターンをもつ先住植生に対して、地上部のカット(草刈り)だけの地拵えでは、それらがそのまま雑草となって、苗木の生長を阻害することを許してしまいやすい。しかも、現行の防災林造成事業では、植栽当年の草刈りは行われても、次年度からの草刈りは経費の面からかなり困難な状況である。

裸地が自然に出現する場合、その営力はおもに地表変動である(COWLES, 1911; 東, 1979)。地表変動の一別子としての降灰を例にとると、火山灰の降下堆積により、先

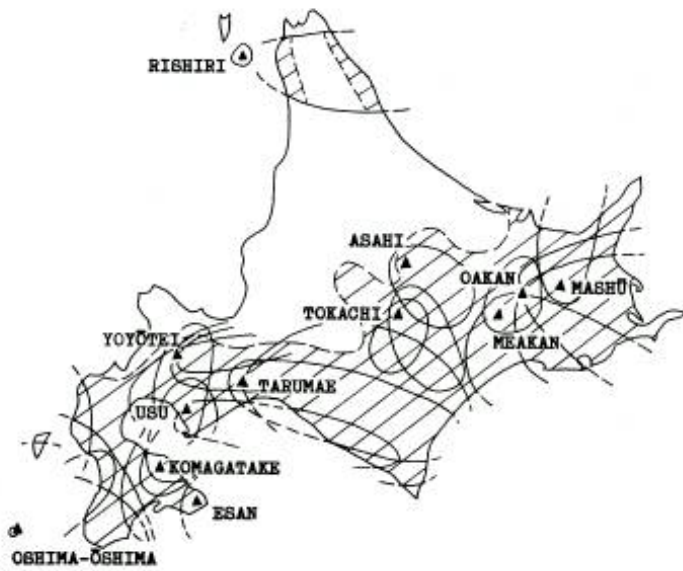


図-V-3 火山噴出物の分布地域略図（北海道火山灰命名委員会，1972から変写）

Fig. V-3. Distribution of tephra in Hokkaido.

住植生が埋没して裸地が生じるのである（図-V-3）。この裸地こそ Pioneers の侵入の場であって、Bulldozer, Rakedozer, Rotarvator などによる地拵え造林地への木本の侵入を観察すれば、このことが肯定される。森林をとりまく環境因子としての地表変動は、空間的にも時間的にもアランダムに裸地をつくるにすぎない。けれども、人間の働きかけによる裸地化は、時間的・空間的に計画どおりに実行できる点に特徴がある。

筆者は、林帯造成における根系競争を、図-V-4 のように模式化した。これは、植栽の直前に完全な裸地をつくる

地はぎ地拵えの有効性を意味する。先住草本の完全な除去は、東北地方の砂地造林においても実行されてきた（富樫，1973）。裸砂地のクロマツ植栽木がよい生長を示すのに対して、砂草が繁茂する砂地では、それらを根系ごと除去することによりはじめてクロマツの生長を期待することができる。

2) 地はぎ

地はぎ（Uprooting, weeding, or removal of pre-existing vegetation）とは、先住植物の除去を目的とした地拵えの一工種である。これは、地下5-10 cmまでの表土・ふしよく・根系複合体を取除くことである。地はぎされた裸出面は、砂丘の風裂・山腹表土層の崩落・地すべり亀裂・扇状地堆積

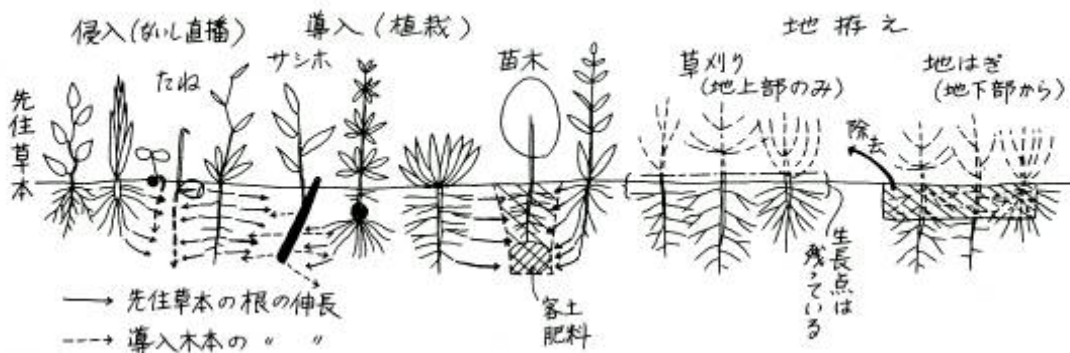


図-V-4 根張り空間における根の競争と地拵え方法

Fig. V-4. Root competition between trees planted and pre-existing herbs and grasses.

物の侵食などによって生じた裸地に相当する、と考えることができる。

表土層の除去は、栄養的には苗木の生長にとってマイナス行為である、と考えるのが常識である。しかし、通気・通水のような理学的にすぐれている表土層は、根張り空間がきわめて限定される場合には重要性をもつが、化学性ないし栄養的效果を問題とするにはそれなりの条件が整わなければならない。たとえば、分解しにくい有機物がふしよくとして残っているのであって（コノノワ，1966），その大部分は苗木にとって利用できる状態ではないからである。

表土層がない場所でも樹木の生長が劣らず、むしろ表土層のある場所より良好な生長を示す場合もある。したがって、地はぎの効果は次のように考えられる。

①植栽木の競争者が存在しない、②先駆樹種が旺盛に生長する、③鉍質土・空気・水・有機質の割合が農耕地に近い土壌条件をもたらす、④下層土が早期に風化する、⑤これらの長所は、耕うんと組合わされると、栄養条件の不備を補うことになる。つまり、苗木植栽における裸地化は、地はぎと耕うんの組合わせにより、農耕地と同様に、きわめて重要な工種となる。

自然条件下における森林の成立条件のなかで、最も重要なのは裸地の出現であると考えられ、土壌の肥沃度は定着後の生長の速さに関する一因子にすぎないと思われる。風散布型の先駆樹種にとっては、先住植生が存在しない場所においてこそ侵入・定着・成林が可能であるからである。肥沃土壌に生育するといわれるトドマツでさえも、石原（1933）によると、その稚苗の消長は土壌の肥沃度に関係が浅く、むしろ裸地の出現の方に関係が深いのである。

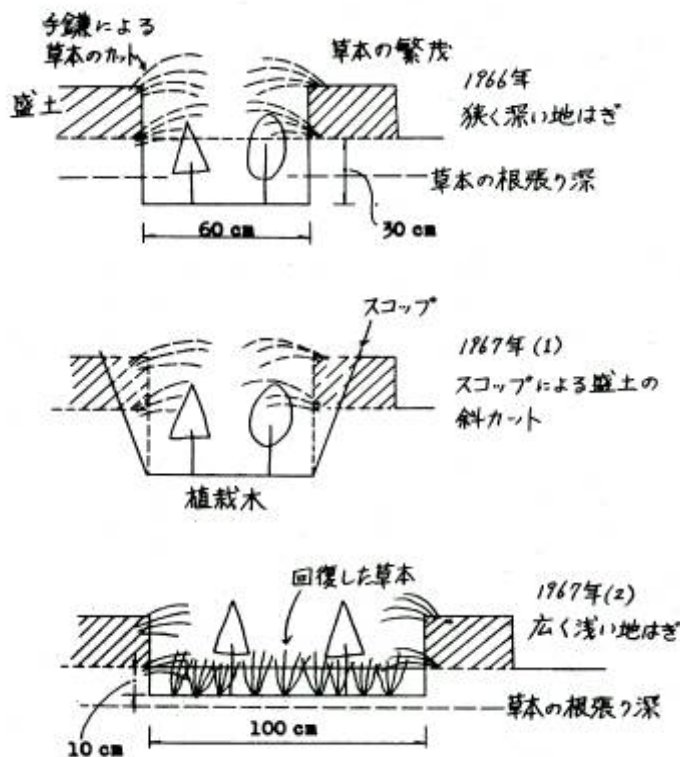


図-V-5 地はぎ地拵えと草本の回復（斜里町峰浜）

Fig. V-5. Site preparation of uprooting and revival of herbs and grasses at Minehama, Shari, eastern Hokkaido.

3) 地はぎの方法

地はぎは、ふつう、はぎ幅を 50—200 cm として、耕うん・砕土・残存根系の切断を合わせて行う。ただし、平坦地では大型機械の使用が容易であるから、土壘づくりをかねて全面地はぎする。東北地方や北海道の海岸では、堆砂垣による砂丘形成をまたずに、Bulldozer を用いた人工砂丘造成が行われつつある。また、山地の一般造林においても、Bulldozer 地はぎ地拵えが採用されるようになってきた（竹生，1971）。

ただし、1960 年代にはまだ人力による筋状地はぎが実行されていたから、小型耕うん機を用いて耕うん・砕土することが省略されたままでヤナギ類の埋技工ないし苗木が植付けられ、地はぎ・耕うん地拵えの効果は

あがりにくかった。

地はぎが狭く深いと、植栽木が草本から被陰されやすい。その対策として、草刈りや盛土カットが考えられた (図-V-5)。さらに、土壤母材が粘土質の場合には、せっかくの地はぎ植えが溝植えとなりやすく、排水不良から根腐れが生じるという逆効果もしばしばみられた。

3. 根張り空間の拡大

1) 根張り

地下部の問題は、根張り空間 (Rooting space) としての表層土の性質と、それに対応する樹木の根系の適応性との関係である。極言すれば、大きい根張り空間をもつ樹木は大きくなるが、小さい空間しかもたないものは成木に達することができない。この実例は、各地の火山における熔岩流堆積地にしばしばみられる。また、身近な例には、鉢の大きさに釣合った盆栽がある。防災林造成地の土壤は、経済林を対象とする土地のそれと違い、劣悪な条件の場合がふつうである。つまり、土地利用上からみて、林帯造成地は生産の場から除かれた場所 (いわゆる、やせ地) が多い。それらは海岸砂地・重粘土地・火山砂礫地・泥炭地などである。

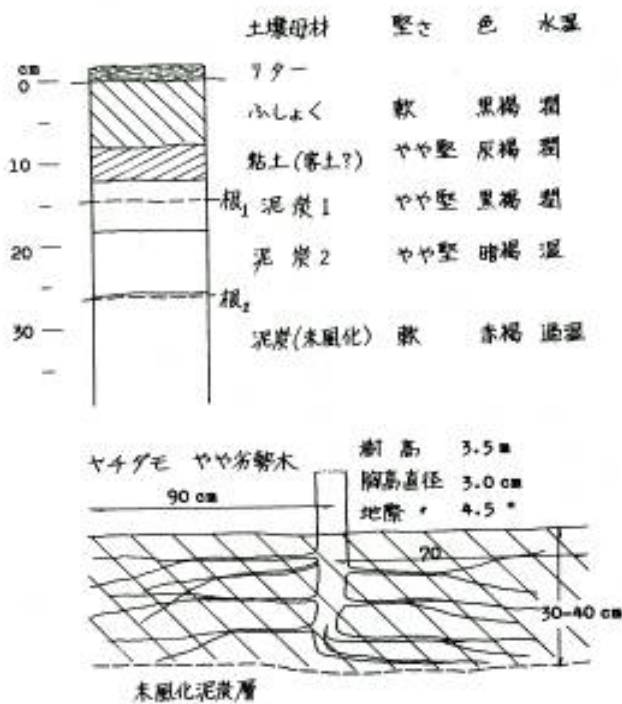


図-V-6 泥炭地の土壤断面 (上) と植栽ヤチダモの根系 (下)
(南幌町中樹林)

Fig. V-6. A soil profile of peat-bog and the root system of *Fraxinus mandshurica* var. *japonica* at Naka-jurin, Namporo, central Hokkaido.

また、土壤構造的に、浅い根張りしか期待できない場合が少なくない。不透水層の存在・高い地下水位・鉍質土の欠如・砂丘砂・礫層などが、根張りが深まることを妨げている。たとえば、泥炭地では図-V-6 のようである。砂地・低湿地などに適応性が大きい樹種といえども、総じていずれの樹種も適潤かつ肥沃な深層土を好み (宮部ほか, 1920-31), そこで最良の生長を示すものである。

一般に、生育適地は厳しい生存競争の場であり、そこに侵入・定着することはきわめて困難であるから、多くの樹種はより土壤条件が劣る場所にも生育している。

Pioneers の大半、とくに風散布・一斉侵入型の樹種は、適潤・肥沃な土地よりも、むしろ、やせ地 (Least fertile soil) に生育可能なものである。

浅根性の樹種は、過湿地や重粘土地において、深根性のものよりも一般によく生長する。一方、深根性の樹種は、輕鬆で通気通水のよい火山灰地や砂礫地によく生長する。しかし、この根張りが浅い・深いというのは相対的なことであって、海岸線の天然生木の根張りは深さ 50 cm に達していない場合がほとんどであり（付図-1 参照）、山地・平地の森林でも、一般的には根の深さは 30 cm どまりで、深くても 50 cm 程度にしか到達していない。浅根性という性質は、深層土においては現われにくく、浅い根張り空間においてはじめて現われるものであり、そうした土地への適応性ともいえる。筆者は、深さ 10 cm ほどの根張り空間でもよく生長する樹種を、浅根性のものとして取扱うことにしている。

なお、樹木の生長を阻害する気象因子の作用を緩和することは困難であっても、根張り空間の改良は地拵えによって十分可能である。したがって、経費を問題にしなければ、地拵えのあり方により、土壌的な適地適木の考え方に縛られずに、樹種の選択はきわめて容易である。

樹木の地下部と地上部のサイズは密接に関係し（荏住，1974）、健全な地下部があつてはじめて、厳しい気象因子に耐性の大きい地上部が保証されるのであるから、根張り空間の拡大および改良は、防災林造成にとってきわめて重要である。この目的を達成するためには、①客土、②耕うん、および③排水という 3 種類の工種を組合わせた地拵えを行うことが妥当である。

2) 客土

客土 (Transporting of mineral soils) は、土壌の理学性を高める目的で、古くから泥炭質や砂質の農耕地で行われてきた。これは、地表変動における火山灰降下・土石流の堆積・飛砂の堆積などに対応すると考えられる。

砂地・重粘土地・泥炭地では、降灰層や氾濫土砂層が相対的に好ましい根張り空間となっている（付図参照）。たとえば、浜頓別町オントキタイ浜をみると、第一砂丘には火山灰層が介在し、これが樹木や内陸草本の根張り空間となっている（斎藤・東，1971）。火山灰層の介在する防災林造成地においても、植栽木の根張りに同様の傾向がみられる（斎藤，1971c）。降灰は巨大裸地を出現させ、木本の侵入に好ましい条件を与える、とみることができる。つまり、降灰によって先住草本が埋没し、樹木の根張り空間が拡大することになる（図-V-7）。

客土した場合も、その土地は元の土壌よりも相対的に好ましい状態になると考えられる。客土量に

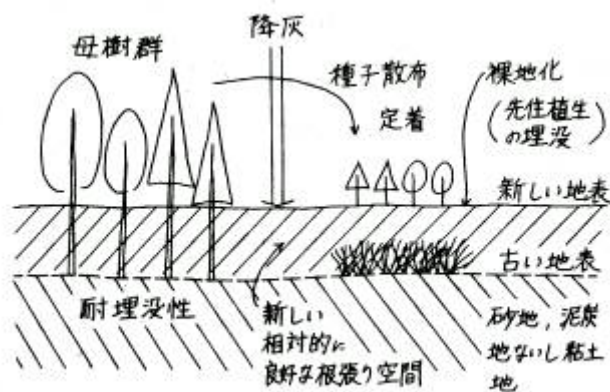


図-V-7 降灰による裸地化と樹木の侵入

Fig. V-7. Appearance of the bare ground by volcanic ash falling and forming of a new vegetation

ついては、従来の方法では、スコップ一盛りないしバケツ一杯という程度の「良土」を植え穴に施していたにすぎない。また、鋸屑・樹皮・泥炭などを原料とした、有機質土壌改良剤は、林業ではせき悪地造林に用いられているが、数年後には分解して失われていくという点で、客土とは異質のものである。これの投与も施肥の感覚で点状に行われてきた。しかしながら、こうした点状客土は、根張りからみると、苗木段階でしか効果がないし、逆に、雑草の繁茂の場ともなりやすい。

したがって、客土は带状ないし全

表-V-2 客土する土壌母材の種類

Fig. V-2. Kinds of soils for transporting to improve the soils of the sites for shelterbelt establishment.

造成地の土壌母材	客土に適する土壌母材
砂丘砂 (粗粒)	粘土, 火山灰, 泥炭
重粘土 (微粒)	砂, 砂礫, 泥炭
泥炭 (有機物)	鈳質土 (砂, 粘土)
火山砂礫 (粗粒)	火山灰, 粘土, 泥炭

(註) それぞれ異質の土壌母材と混合することにより, 理学的のすぐれたものとなる。

ある。また, 造成地の土質が二種類以上あれば, 客土するよりも, それらの深耕・混層が有効なことがある (図-V-8)。

現在では, 大型土木機械の利用によって, 鈳質土の運搬は容易であり, 経費を問題にしなれば,

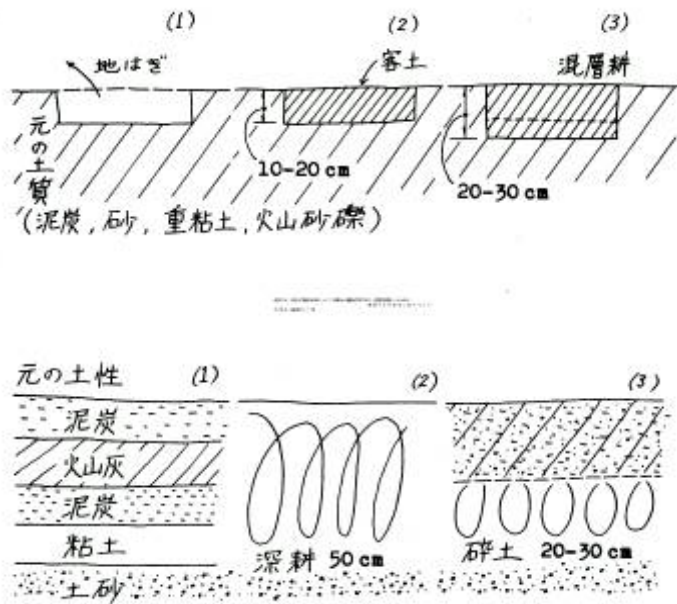


図-V-8 造成地の土質と客土・耕うん

Fig. V-8. Transporting of better soils and plowing for the shelterbelt establishment.

面的に行うことが効果的である。その土壌母材は元の土壌母材の理学的とは逆の性質をもつものを選ぶと, 好ましい結果を得やすい。その一例は, 表-V-2 に示したとおりである。一般に, 山腹や丘陵の粘土質の強い下層土が用いられているが, これらを可能な限り砕き・耕うんし, まんべんなく現地の土と混合することが望ましい。

客土は, 必ずしも有機物に富んだ土でなくてもよく, 場合によっては鈳質土だけの方が好ましい。なぜなら, 表層土はふしよくに富む反面, 雑草の種子や地下茎が混入していて, 地はぎ効果を大幅に減殺する恐れがあるからである。下層土や火山灰は, この点では, 苗木の初期生長に好都合である。これらが貧栄養の場合には, 施肥によるコントロールが

現地の土を完全に変えることができる。全面客土して, 厚さが 30 cm あれば, 現地が泥炭地であっても, 根張り空間として申し分ないといえる (斎藤, 1981c)。神奈川県湘南海岸では, 砂地に厚さ 50-100 cm ものローム土を客土したため, 植栽木は元の砂地には関係なくなり, 客土層に限って根張りしている。

3) 耕うん

耕うん (Plowing) は, きわめて古くから農業で行われてきた。これにより, 地下部の理学的が高められる。しかし, 苗畑を除くと, わが国の林業では耕うん地拵えがほとんど実行されてこなかった。農耕土壌は人為で変えること

を前提としているが, 森林土壌はそのままであり, 適地適木や地位指数などの考え方が残っている。ただし, 近年, 北海道では Rakedozer によるササの除去, Ripperdozer による不透水層の破壊 (栗原, 1979) などが試みられてきており, これらは林地耕うんの一種と考えられる。

防災林造成地は、ふつう、平坦地ないし緩傾斜地であるから、大型機械の使用が容易である。機械耕うんが地はぎ・客土・排水と組合わされるなら、①未風化土を破碎して通気・通水を良好にし、②不透水層を取除き、③先住草本の根系を破壊し、④客土と現地の土とを混合する、などの利点をもつ。したがって、自然状態のままよりも、耕うんによってずっと好ましい根張り空間がつけられることになる(MOEHRING, 1970)。大型機械を使用できない場所では、小型耕うん機(今田, 1969)・植え穴掘り機(Auger)・人力によるクワやスコップなどを用いる方法がある。

林帯造成地には、火山灰層や氾濫土砂層がしばしば介在している。これらはときには不透水層を形成し(山田, 1942)、樹木の根張りを阻害する。また、これらの存在が根張りにとって深すぎる場合もある。いずれにしても、耕うん地拵えは、これらの介在層を天然の客土とみなし、砕土・混合することによって、根張りに好ましい条件を容易につくり出すことができる。

火山放出物が累層をなしている道東地方では、混層耕・深耕を行うことによって理学的に富む土壌をつくり出し、樹木の根張りを促進して、防災効果の発現を早めることができる。ただし、砂地・泥炭地では、深耕しても、その深さに異質土層がない場合には、耕うんだけでは効果をあげにくい。

耕うんの実行は、苗畑における苗木の床替えなみの容易さ・確実さで、現地に苗木を植栽できる。苗木のほかにも、直播・埋技工・ポット植えなどの活物材料の多様な導入方法に対して、耕うん地拵えは十分に応じることができる。

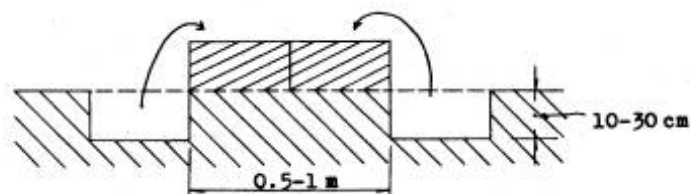


図-V-9 盛床方式の代表例

Fig. V-9. A representative mound for tree planting at wet soils.

4) 排水

排水(Drainage)は、地下水位を低下させ、過度の土中水分を減らし、通気を良好にする目的で行われる。防災林造成地には、低湿地・泥炭地・砂丘間湿地などの地形的な排水不良地や、平坦な重粘土地・不透水層をもつ緩斜地

のような土性的な排水不良地が多くあり、そこでは根張り空間を拡大するための排水地拵えが不可欠である。地下水位が高すぎると、苗木の生育不良・成林木の短命化・風倒などが生じやすい。

排水地拵えには、盛床方式と排水溝方式の二種類がある。

盛床方式は、盛土して相対的に水位を

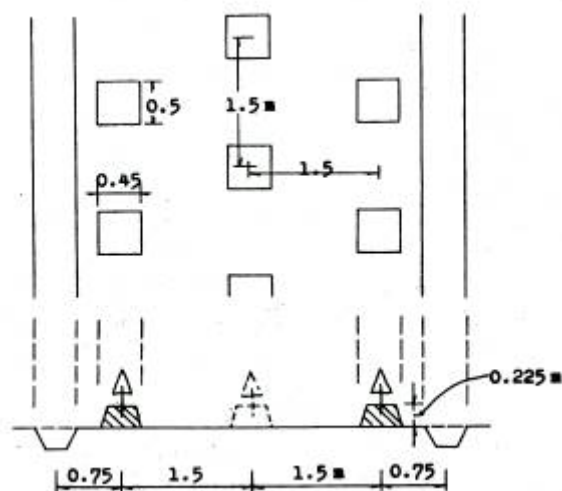


図-V-10 Belgian system とよばれる盛床 (STEVEN, 1929)

Fig. V-10. Mound called the Belgian system for the afforestation at peat lands.

下げる方式であり、林業的な技術とみられるものである。地はぎをかねた幅 0.5-1m, 高さ 10-30 cm に盛土したものが代表的な盛床といえる (図-V-9)。従来、この方式は、苗木 1 本につき 1 床を標準とし、ヨーロッパの低湿地では Belgian system とよばれ、広く用いられてきた (図-V-10)。

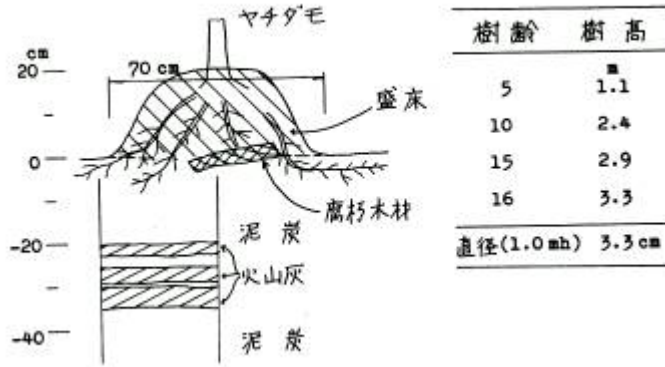


図-V-11 盛床断面 (左) とヤチダモの生長量 (右)

Fig. V-11. A profile of mound and soil at the peat-bog and the growth of *Fraxinus mandshurica* var. *japonica* planted at Shin-yoshino, Urahoro, central Hokkaido.

北海道の少雪地方では、火山灰層の介在する湿地に谷地坊主が発達し、この天然の盛床に木本がしばしば侵入する。これを造成技術に取入れ、人力による盛床づくりが行われたことがあるが、根張り空間が小さいため植栽木の生長が限定されていた (図-V-11)。

防災効果や根張りの発達を考えると、盛床は帯状に連続していることが望ましい。連続方式にすれば、溝掘り土がそのまま盛床の材料となる。北見局方式とよばれるものがこれである (図-III-13 参照)。

このように発展的に考えていくと、人力による造成とともに、機械を用いた盛床づくりも行うことができる。その試みとして、筆者は泥炭地で湿地ブルドーザー (11ton) を用いて盛床造成を実行した。土壌断面をみると、泥炭層の下位に粘土・砂・礫層が存在する。そこで、排土板の操作によりロール盛床をつくり、ヤナギ類の枝さしをした (図-V-12)。これに要した諸

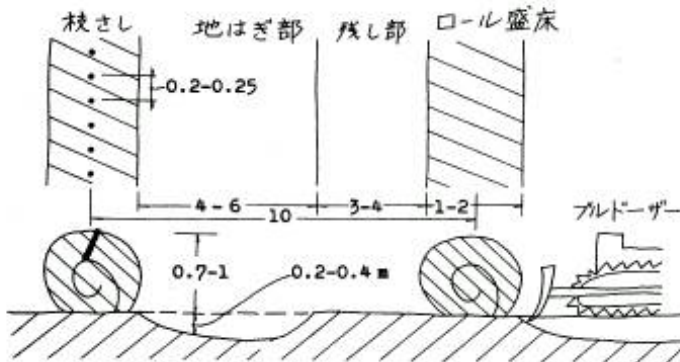


図-V-12 機械地拵え (ロール盛床) と枝さし

Fig. V-12. Rolled-up mounds with a bulldozer and the branchlet cutting of *Salix* spp. and *Populus maximowiczii* at the peat-bog of Toikambetsu, Horonobe, northern Hokkaido.

経費は、従来の人力盛床に比較して、きわめて安価であった。ただし、このロール盛床は数年後に部分的に崩れが生じたから、また、近い将来の沈下予想から、単なる反転による盛床の方がよいとも考えられる (図-V-13)。

鉄道防雪林の高床地拵えとは、小排水溝を密に掘り、その掘削土を植栽地面に散布したものである。この方式では、低湿地で自然排水の効かない場所の造林に適用できないので、後藤 (1974) は新しい盛床方式を試みた (図-V-14)。ただし、この方式では、林帯幅が3分の1ほどに減少してしまう点が問題である。

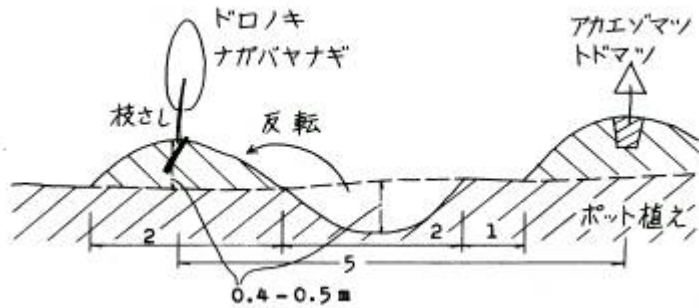


図-V-13 反転盛床と植栽方法

Fig. V-13. Low mounds and planting of trees with cutting or plants in containers.

排水溝方式は、停滞水および流入水を溝切りによって自然排水するものであり、農業的な技術ともいえる。幹線排水溝と小排水溝による、ときには暗渠も加えた排水系は、大型掘削機、おもに Drag-shovel の使用によって、木本の導入を容易にしている。現在、排水溝方式は盛床方式を凌駕している。しかも、排水溝の掘削土（捨て土）を防風

土墨の材料として利用できる。

なお、地形上から、とくに海岸線の低湿地において、自然排水を十分に行いえない場合には、上述の二方式を組合わせて用いるとさらに効果的である。

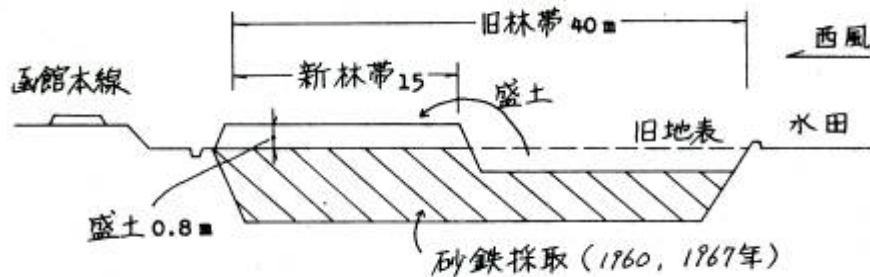


図-V-14 盛土地拵え(函館本線国縫7号林地, 後藤, 1974から変写)

Fig. V-14. The site prepared in a bank-up method for the rail-protecting forest against snow drift at Nkanosawa, Oshamanbe, southwestern Hokkaido.

上述したように、厳しい環境条件下に生長することを余儀なくされた、防災林に植栽された活物材料にとって、そこでの生長を人為的に保証しうる工種は、土地条件の改良、つまり、地拵えにおいてほかにない。地拵えは、地はぎ・客土・耕うん・排水を有機的に組合わせたものであり、天然林の成立における地表変動の役割に相当し、しかも時間的・空間的により効果的なものである。これによって根張り空間が改良されると、樹木の地下部の発達が促され、そのことがその地上部の発達や気象的な耐性に反映する。したがって、経済的な問題を抜きにして、技術的に行うならば、自然条件下には存在しない、理想的な土地条件をつくり出すことさえ可能である。これにより、土壌構造の制約からくる適木の範囲が大きく緩和され、樹種選択の自由度がより大きくなる。

VI. 防風保護工

1. 防風保護工の意義

風は、とくに卓越風（季節風）は防災林の保護対象物に悪影響を与えるものであるが、同時に防災林そのものの活物材料の生長阻害因子としても重要なものである（図-VI-1）。したがって、防災林造成にあたっては、耐風性の大きい樹種を選ばなければならない。しかし、樹木の生長量は環境条件の厳しさに反比例するのがふつうであるから、強風地で高い林帯を望むことはむずかしい。また、漸高林帯に期待するものとしても、風上林縁の確保が困難である。

雪もまた、寒冷地方の植栽木にとっては重要な因子である。積雪には保温・保湿効果があり、多雪地はもとより少雪地でも土壌凍結を緩和し、樹木を低温・乾燥の障害から保護する。北海道における樹木の天然分布において、積雪の果たす役割は大きいのである。しかしながら、深い積雪は沈降に際して、樹木の幹や枝の折れ・抜け・曲りをもたらす。雪と関係した病害も発生しやすくなる。これは、多雪地はもとより、少雪地でも林帯内の吹溜り部分に生じるから、活物材料は自ら捕捉した雪から害を受けることになる。外来樹種、とくにマツ属種の大半はこの雪害により不成績となったといえる。

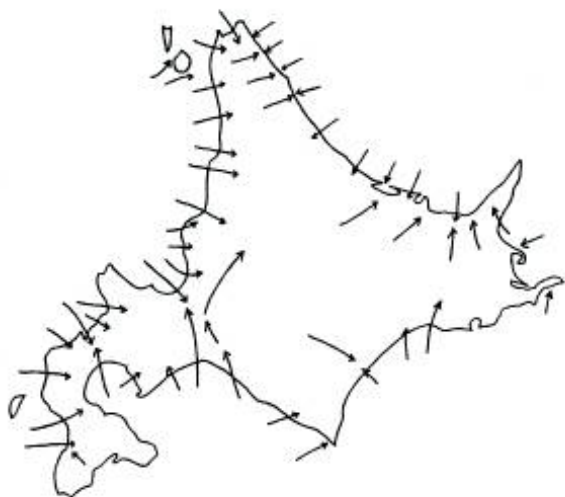


図-VI-1 風衝樹形からみた卓越風の方角（藤村ほか、1971；大和田ほか、1971；札幌管区気象台、1964；田上、1976；ほかから作成）

Fig. VI-1. Prevailing wind direction studied from wind-blown trees in Hokkaido.

2. 防風柵

従来、地拵えの一工種として、防風柵が用いられてきた。これは、飛砂地における堆砂工・静砂工のヨシ簀や竹簀（図-VI-2）を、ネマガリダケを用いた大型の防風工としたものである。

寒風・強風を緩和して後背地を保護する役割を課せられた樹木群を、防風柵で保護する目的は、植栽木の初期生長を風から保護することである。柵高を抜出した後には、樹木自身が風に耐えて生長していく、と予想されているのである。

したがって、過保護にならない範囲で、植栽木を遅しく育てる必要がある。また、柵の造成を防風林造成そのものである、と錯覚をおこさないよう

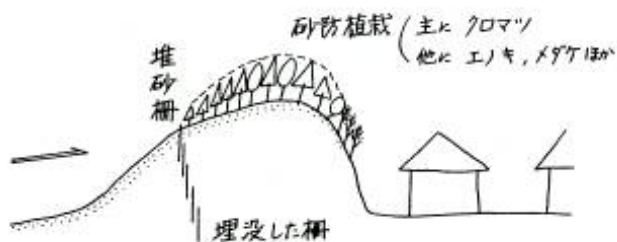


図-VI-2 飛砂防止工と砂堤形成の見取り図（酒田市能登興屋）

Fig. VI-2. A sketch of the sand bank forming on the fence against sand drift at Noto-koya, Sakata, Yamagata Prefecture, northern Honshu.

にしなければならない。実際問題として、全事業費の50-70%を占めるこの死物工作物は、十分な検討の余地がある。

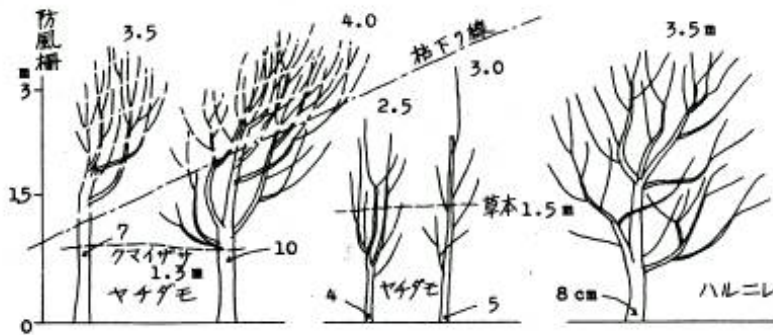


図-VI-3 高い防風柵が倒壊した場合の植栽木の枯下り (遠別町啓明)

Fig. VI-3. The die-back of trees by severe wind after the fence destruction at Keimei, Embetsu, northern Hokkaido.

防風樹は高さ 1.5-2m がふつうであって、植栽木が効果を発現する高さ (少なくとも 3m まで、一般的には 5-10m) までは造成が困難である。換言すれば、この高さまで柵をつくるのであれば、防風林そのものは不要となる。高い柵をつくと、その維持には多大な経費を必要とし、しかもひとたび倒壊す

れば、図-VI-3 のように、過保護に育った植栽木は枯損しやすい。

また、材料を丸太とチシマザサから、プラスチック・鋼と化繊ネットに代えて半永久的な耐久性を期待しても、その効果には大差がない。これらの死物工法は、本来の活物工法との間には有機的な関係が乏しく、しかもほかの地拵え工種ともつながらない。

柵工にもそれなりの利点があるが、それらは活物工法にとっては本質的なものではなく、逆に、次のような欠点をもっている。①密な防風樹の設置は苗木を過保護にする、②雑草の繁茂を助長する、③倒壊により植栽木を加害する、④地吹雪を捕捉して雪害を増大させる、⑤縦横に密な柵網は草刈り・中耕・病虫害の見廻りと防除などの保育作業の機械化を妨げる、⑥莫大な経費を占めるのに耐用年数が長くない。

したがって、柵工は一時的には効果があるとしても、土塁工により、また前生林によって、可能な限り交替させられるべきである、と筆者は考える。牛馬の侵入を阻止するためならば、有刺鉄線を張ることで十分といえる。

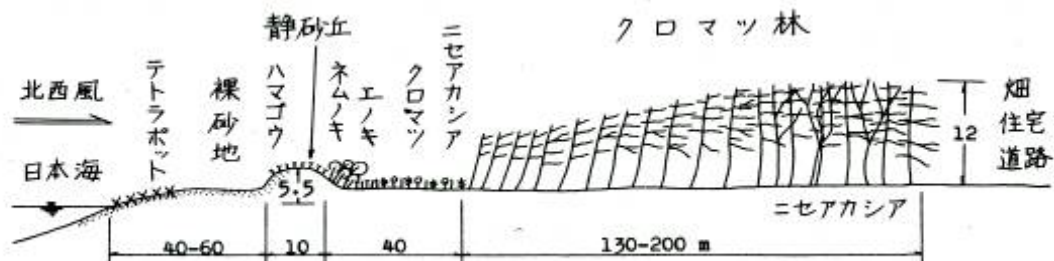


図-VI-4 あたか海岸林横断模式図 (金沢営林署)

Fig. VI-4. A sketch of the shelterbelt of Ataka coast, Komatsu, Ishikawa Prefecture, central Honshu.

3. 防風土塁

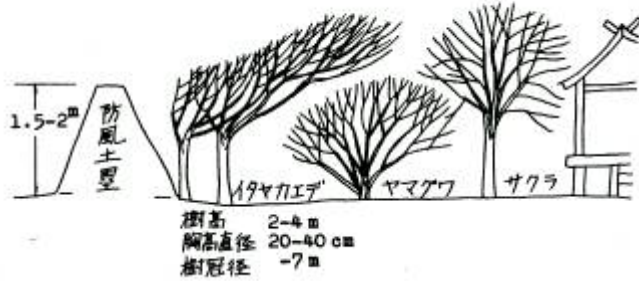


図-VI-5 防風土塁とイタヤカエデ防風生垣（江差町鷗島，巖島神社）

Fig. VI-5. Wind bank and wind screen of *Acer mono* at Kamome-jima, Esashi, southwestern Hokkaido.

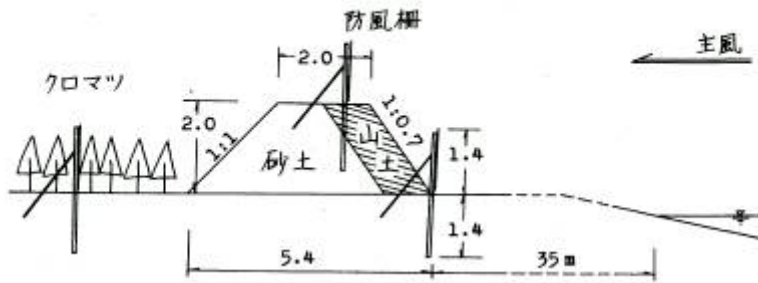


図-VI-6 防風土塁と防風柵（新潟県佐渡群真野町新町，相川地方事務所）

Fig. VI-6. Wind bank and wind fence for the shelterbelt at Shinmachi, Mano, Sado Island, central Honshu.

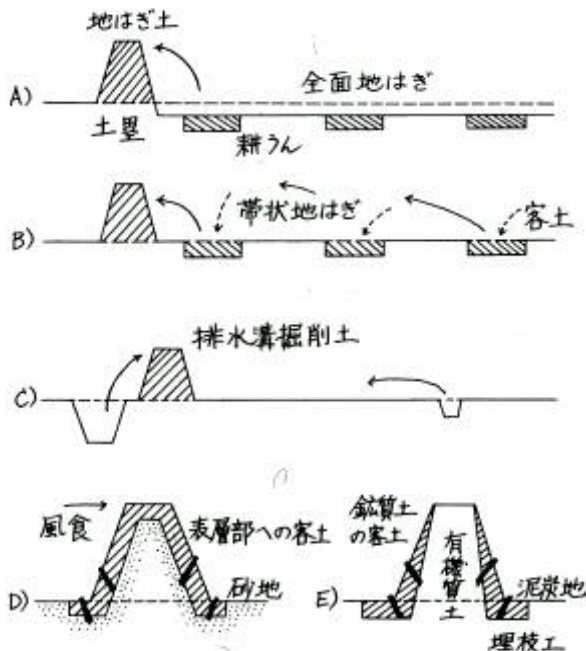


図-VI-7 防風土塁の造成方法と地拵え工種との関係

- A) 地はぎ土を土塁にする
- B) 带状地はぎ土を土塁にする
- C) 掘削土を土塁にする
- D), E) 風食されやすい土塁では、抑え客土をする

Fig. VI-7. A method of wind bank construction.

砂丘後方の天然生林や人工林の樹冠をみると，砂丘が風上林縁を確保していることがわかる（図-VI-4）。また，屋敷林・社寺林の林縁が防風土塁に保護される例も，図-VI-5 のように知られている。防災林造成においても，防風土塁の好例が次第に現われつつある。

土塁工の特徴は，一連の地拵え工種と密に有機的に関係していることである。つまり，地はぎ土あるいは排水溝掘削土を，そのまま土塁築設に利用することができるから，土塁工の経費はほとんど不要である。ただし，風裂ないし風食が予想される砂地，鉾質土を欠如する泥炭地などでは，土塁の表面に抑え客土が必要となる（図-VI-6，VI-7）。今日では，客土運搬と同様に，土塁築設のための土の運搬はきわめて容易である。

防風土塁はまた，前生林のヤナギ埋土工を施工する場所でもあり（土屋，1971），活土工法との関係がきわめて有

関係がある。防風土塁はまた，前生林のヤナギ埋土工を施工する場所でもあり（土屋，1971），活土工法との関係がきわめて有

表-VI-1 防風土塁と防風柵の比較

Table VI-1. Comparison of wind bank and wind fence.

項目	土塁工	柵工
耐久性	永久的である	数年で倒壊する
造成費	安価である。他の地拵え工種と組み合わせる	高価である。修繕費がかさむ
材料	現地にある	入手・運搬しなくてはならない
機械化	容易である	容易でない。他の作業の機械化を妨げる
前生林との関係	土塁そのものが前生林の生育の場となる	倒壊して前生林を害しやすい。草本を繁茂させ、雪害も生じやすい

機的である。防風土塁と防風柵とを比較すると、表-VI-1のとおりである。これからわかるように、防風柵は地拵え工種や植栽木と有機的關係が乏しいのに対して、防風土塁はこれらと有機的關係が密である。

なお、各地の開拓地にみられる大排水溝の両側には、掘削土を積上げた広い空間があり、未利用のまま放置されている。河川の堤防も同様であるが、これらを土塁とみなし、広義の防災林の造成地として活用することが望まれる。これによって、川沿いの微気候が改善され、同

時に、従来の防災林網が補完されることになる。

上述のように、防災林の林縁を、とくに風上前線を維持することは、活物材料の耐性に頼るのみでは困難である。ここには基礎工として、防風保護工の造成が必要である。このことは、気象条件が厳しい場所ほど、つまり、林帯造成が必要な場所ほど重要である。防風工には防風柵と防風土塁の二通りがあるが、地拵え工種との関連、耐久性、機械による施工、経費などの多くの点で、樹工よりも、土塁工の採用が適当である。

VII. 植栽の手順

ここに述べる植栽方法は、単なる苗木の植付け技術のことではなく、活物工法を成功に導くための体系的な技術である。つまり、材料の選択・植付け・保育・更新と、効果の早期発現持続とを有機的に結びつける植栽工法である。

その工種は、天然更新と比較対応すると、表-VII-1に示すとおりである。

1. 樹種選択

死物材料を用いるダム工・水路工・防風工・なだれ防止工などの治山工種は、適正配置によって効果をあげることが肝要であって、それら個々の造成技術はほぼ確立しているとみられる。また、ひとたび造成された工作物は、永く残存するのがふつうである。

しかしながら、防災林造成では、活物材料を用いるために、材料の選択を誤ると失敗につながる事になり、造成されたものが消滅し、結果はきわめて明白になる。

それゆえ、植栽材料を次の規準から選ばなければならない ①自生樹種である、②外来樹種は補

表-Ⅶ-1 植栽工の工種と天然更新の種類との比較

Table VII-1. Comparison of the planting method for the shelterbelt establishment and the kinds of natural regeneration.

工 種	目 的	天然更新
埋 枝 ・ 埋 幹 工	列植え 前生林の造成	伏条更新
苗 木 植 栽 工	列植え 早期の効果発現・基本林の導入 束植え 気象害の軽減・草本対策 斜植え 雪害の軽減・不定根の発生	倒木 〃 根株 〃 ・ 萌芽更新 伏条 〃
種 子 直 播 工	列植え 基本林の導入・更新	種子散布 (侵入)

完材料とする，③耐風性が大きい，④土壌的な適応性に富む，⑤育苗しやすく，苗木を入手しやすい，⑥地拵え・植付け方法に適合する，⑦初期生長が速い，⑧寿命が長い，⑨耐陰性が大きい。これらの諸条件を満たすには，少なくとも数種を採用することが望ましい。

従来の海岸砂地造林では，材料をクロマツと決めてしまい，地拵え・植付け・保育を材料に適合さ

せることに努力し，そのことを技術と考えていた傾向がある。そこで，筆者は，環境条件を第一に考え，それを地拵えによって可能な限り改善し，その場に最適の樹種を選択する，ということを提案する。寒冷地方には寒冷地方に生育する自生樹種があるのであるから，それらの適応性を抽出すればよい。

厳しい環境条件下に，単一樹種で十分な林帯を造成できるとは考えられない。前生林・基本林・風衝林縁に，それぞれ適した樹種を採用すべきである。景観的には，いくらかの外來樹種も加えてよい。また，自生のものといえども，地域的な種内変異（地方品種）を考

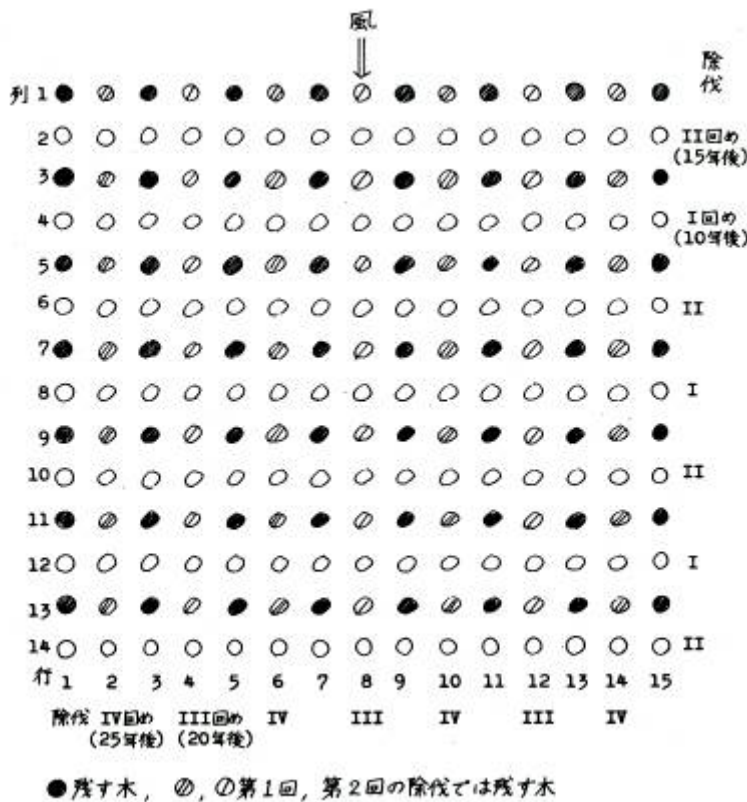


図-Ⅶ-1 クロマツの方形植えと除伐 (能代営林署，鈴木方式)

Fig. VII-1. Square planting and thinning of *Pinus thunbergii* at the Noshiro shelterbelt on sand dunes, Akita Prefecture, northern Honshu.

慮すべきであるが（畠山，1981），樹種としては全地域を対象とする。これら防災林造成の適樹は，既に表-IV-4に示した。

なお，材料の選択にあたっては，樹種選択の誤りを避けることはもとより，識別の誤りや他樹種の流用による不成績造成地をつくらないようにしなくてはならない。また，二種以上の同属種ないし類似の効果を期待できる材料が入手可能な場合には，より北方に分布するものを，あるいはより適応性に富むものを選ぶことが堅実である。

2. 密植工法

木材生産を目的とする場合，深いササ生地を除くと，苗木は単木的に方形植えされる。各個体を均一に生長させるには，方形植えが最も効果的であり，水田の稲作にその典型がみられる。

東北地方の海岸林造成では，裸砂地に，クロマツ苗木を1万本/haの密度で方形植えし，早めに徹底した除伐作業をし，各個体の生長に必要な空間を保って。枝張りの大きい，耐風性に富む個体を育てる（図-VII-1）。こうして，全体として健全な林帯がつけられる。

しかし，これまでの北海道では，草生地に苗木を植えて，防風樹工で草本の方を大型化してしまい，草刈りは不十分であり，しかも防災効果を重んじるあまり，除伐がほとんど行われなかった。

マツ属種から広葉樹の各種まで，一律に1万本/haの方形植えは，図-VII-1のような除伐が前提でなければならない。そのまま放置されると，苗木は種間・種内競争において多くの困難に出会う。草刈り作業は，苗間が1m×1mのために手鎌でもむずかしく，苗木の刈払い（誤り刈り）がしばしば生じる。しかも，経費の上から，この草刈りがほとんど実行されないから，大型草本の繁茂により，苗木の生長がいちじるしく阻害され，樹冠うっ閉にまで到らないことが多い。たとえ，うっ閉しても，積雪・冠雪

の沈降力を受けやすいし，枝の枯上った直径1mの樹冠には耐風性を期待できない（図-VII-2-A）。また，成林の見込みがついても，林縁木以外のは枝張りの弱い劣勢木集団となりかねない。

草生地の裸地化は容易であるが，草刈り・除伐に制度上の難があるとすれば，それを克服する技術をあみ出さなければならない。そこで，方形植えに代えて，列植えを検討する必要がある。

1) 列植え

鉄道防雪林は，林帯幅員が比較的狭く，防災効果の早期発現を必要としたから，多

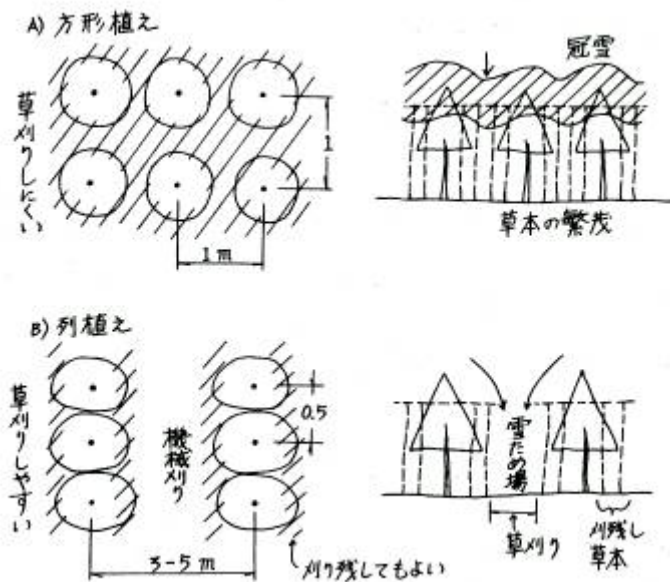


図-VII-2 方形植えと列植え

Fig. VII-2. Square planting and hedge planting.

少とも列植えである。それは千鳥植え・三角植えとよばれ、列間がやや広く、苗間がやや狭い。後藤(1974)は、より列間の広い列植えを行い、従来の千鳥植えよりも効果が大きく、より早期の効果を発現した林帯を造成した(図-III-7参照)。

耕地防風林・防風生垣・屋敷林などは、1~数列の列植えがふつうである。たとえ1列植えでも、苗間がうっ閉し、枝葉が地面まで密に着生しているなら、防風効果は列数に関係なく、ほぼ樹高に比例するとみられている(LINDE, 1962)。それゆえ、列間を広くとり、苗間を狭くした列単位の密植を行えば、スタートから密な生垣ができることになる。この1列植えを数多く配置することにより、方形植えよりもはるかにすぐれた防災効果が得られる(図-VII-2-B)。

列植えの特徴は、東(1975)、後藤(1974)、斎藤(1981c)、ほかによると、次のようである。①防災効果の発現が早い、②たとえ1列でも効果的である、③雑草との競争に負けにくい、④草刈り・中耕に機械を使える、⑤樹木自体の風害が少ない、⑥初期生長量大きい、⑦地下部において根系が互いに絡み合う、⑧広い列間が雪の吹溜り場となる、⑨植栽木の雪害が少ない、⑩列間は保育や巡視に都合よい、⑪そこが更新の場となる。なお、列の方向は、主風に対して直角が望ましいが、造成地の長軸に平行であってもよい。

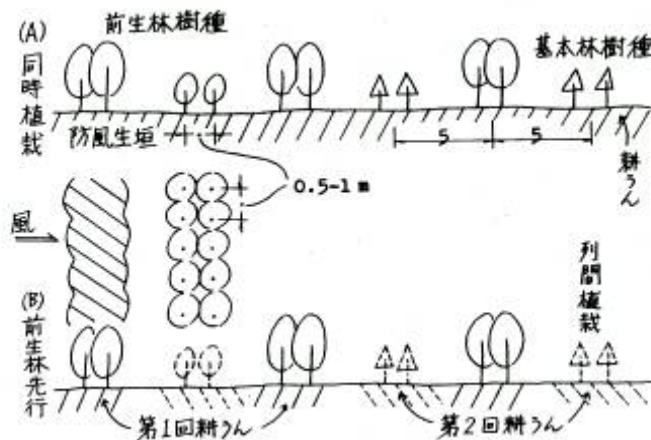


図-VII-3 列植えの模式図

Fig. VII-3. Hedge planting for the shelterbelt establishment.

方形植えと列植えを項目毎に比較すると、表-VII-2 のようになる。

列植えの植栽密度は、方形植えと同じ1万本/haでもよいが、その場合には、列間3m×苗間0.33m、4m×0.25m、あるいは5m×0.2mとなる。これらは1列を1条とした場合である。筆者は、列植えの特徴を生かすためには、条数や苗間に関りなく、列間を5mとすることが必要であると考え(図-VII-3)。

おもな列植えの種類は、図-VII-4 に示される。これらのいずれを採用するかは、造成地の環境条件および地拵え方法との関連で決めればよい。

また、この列植えは、山腹植生工・なだれ防止林・一般経済林などの傾斜地の苗木植栽にも適用できる。

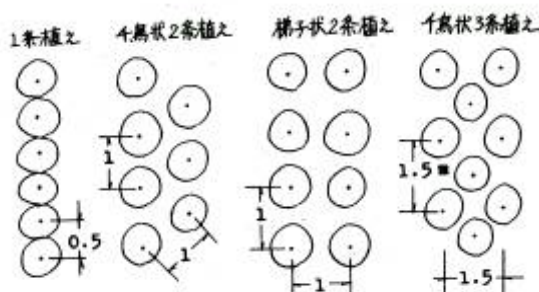


図-VII-4 列植えのおもなタイプ

Fig. VII-4. Some types of hedge planting.

2) 束植え

活土工法としての密植工法には、束植え植栽の方法もある。

ここでは、束植えを検討するに先立って、やや似た巢植えに触れておこう。巢植え(Nest

表-VII-2 防災林造成における列植えと方形植えの比較

Table VII-2. Comparison of hedge and aquare planting method in the shelterbelt establishment.

項目	列 植 え	方 形 植 え
地 拵 え	带状ないし全面	全面
植 付 け	苗間が狭く、列間が広い	苗間・列間がほぼ等距離
草 刈 り	機械刈り・中耕・草本に負けにくい	手刈り、草本に負けやすい
う っ ぺ い	早い、根系の発達が早い	遅い
効果の発現	早い、列単位で効果が出る	遅い
雪 害	軽い	冠雪害・積雪害を受けやすい
間 伐	ほとんど不要、機械的にできる	しばしば実行する必要がある
更 新	しやすい、列間に更新植栽する。	しにくい、帯伐を必要とする

planting) は、種間競争に有効であるが、種内競争が厳しくないという考えに基づいて、おもに乾燥地域で実行されている (スマリコ, 1966)。しかし、北海道では、競争よりも気象害の観点から、高寒冷地造林に巢植えが採用されている。一辺が 2 m × 2 m の巢内に 5 本の苗木が植付けられると、方形植えと同様に、草刈りがきわめて面倒となる。これを 1 m × 1 m にすれば、群としての効果が早く出るし、巢を連続させれば千鳥状 3 条列植えになる。3 本寄せ植えも、小さい巢植えとみられる。ただし、巢植え方式では、苗木植栽に際して、巢間・苗間に細心の注意を払わねばならない。そして、最小苗間は 20 cm が限度である。

これに対して、束植え (Bunch planting, clump planting) は、一つの植え穴に 2-10 本の苗木を束にまとめて植付ける方法であり、東 (1975) により、トドマツ廃苗の利用から発展させられたものである。

1 穴 3 本が標準であり、単木植えに比較すると、スタートから枝張り・根張りがきわめて大きい (図-VII-5)。これは、天然林における根株・萌芽更新、あるいは実生の束生に相当し、大きい群効果を発揮する。

このほか、束植えには次のような特徴がある。
 ①一等苗でなく、規格外の苗木も使える、②植付乃功程は単木植えとそれほど大差がない、③草本からの被陰効果を受けにくい、④気象害に耐性が大きい、⑤生育過程でそのうちの 1-2 本が枯死したとしても、補植しなくてよい、⑥苗木の根が互いに癒合して生長が速まる。したがって、束植えは単木植えよりも安全で生長が速い (表-VII-3)。

天然更新では、数本~数 10 本/m² の稚苗からスタートするのがふつうであり、この密度があつてはじめて成林が可能となる、とみられる。単木植えでは、10 本/m² の密度に植付けることはむ

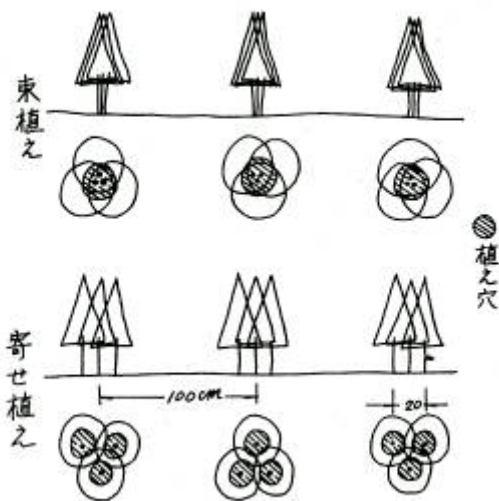


図-VII-5 束植えと寄せ植え

Fig. VII-5. Bundle planting (above) and nest planting (bottom) .

表-VII-3 植え方別のトドマツ樹高生長量(稚内市サラキトマナイ)

Table VII-3. Height growths of *Abies sachalinensis* planted by single, hedge, nest and bundle planting methods at Sarakitomanai, Wakkanai, northernmost Hokkaido.

植え方	産地	多雪地		少雪地	
		名寄	倶知安	苫小牧	厚岸
		cm		cm	
1本1条植え		41-42-46-62	41-44-46-63	45-49-51-57	42-47-53-59
1本2条 "		46-46- -53	44-48- -63	44-48- -57	38-40- -53
3本寄せ " **		50-52-59-71	50-54-59-63	50-57-62-68	49-56-61-64
3本束 " **		45-56-63-67	43-55-59-65	40-53-61-71	45-59-62-73

*1972春-'72秋-'73秋-'74秋, **3本のうちの最大木の平均値

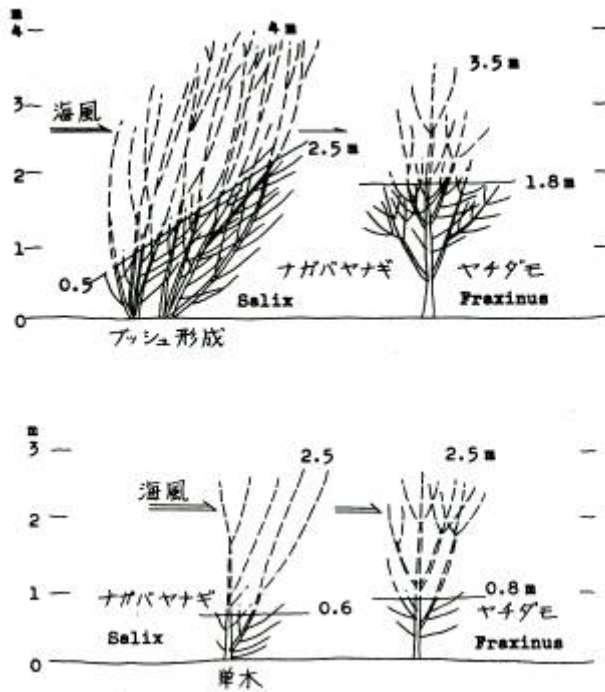


図-VII-6 前生林樹種の密植え(上)と単木植え(下)が基本林樹種に及ぼす保護効果の比較(初山別村有明)

Fig. VII-6. Effects of mass planting (above) and single planting (bottom) for protection at the shelterbelt at Ariake, Shosambetsu, northern Hokkaido.

ずかしく、草刈りも困難である。しかし、列植え・束植えという密植方式でなら、この程度の植付けは容易である。そして、厳しい環境下における活物工法では、こうした密植、つまり群状植栽 (Mass planting) が基本であるといえる (図-VII-6)。

3) 斜植え

苗木の植付けは、立植え (Erect planting) が標準である。針葉樹苗木はこれでよいとしても、広葉樹苗木の根系は多様であり、従来の植付け用具 (おもにクワ) に適当でない樹種が多い。しかも、従来の育苗規準から、ミズナラのような直根性のものが不自然に小さい根系につくられ、現地でも断根して植付けられてきた (斎藤, 1979 d)。各樹種の根系の特性と不定根発生の性質とを生かすためには、斜植えすることが望ましい。

不定根の発生は、枝さし可能な樹種に限られない。諸文献および筆

者の観察によると、荒廃溪流の堆積地におけるヤナギ類・ドロノキ・ケヤマハンノキ (図-IV-2 参照)、林道法面崩土堆積部のミズナラ・イタヤカエデ・カツラ・ケヤマハンノキ (図-VII-7)、多雪山岳におけるヨーロッパトウヒ・ハイマツ・ヒバの伏条更新やトドマツの支持根発達などが知られている。

斜植え (Slant planting) は、不定根の発生を利用するとともに、多くの樹種の根系発達を良好に

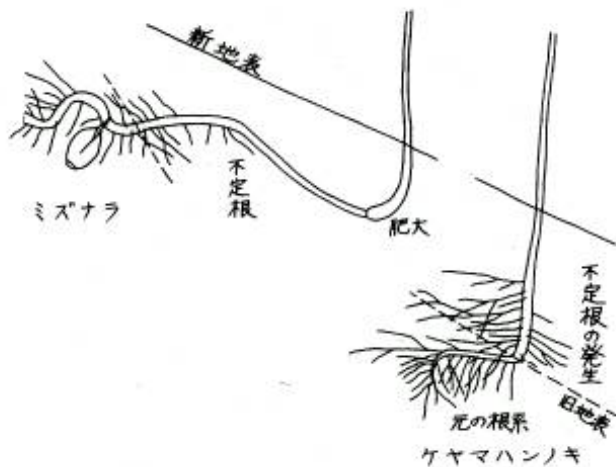


図-Ⅶ-7 稚苗の埋没と不定根の発生

Fig. VII-7. Burial of seedlings on the naked slope and adventitious roots out of stems.

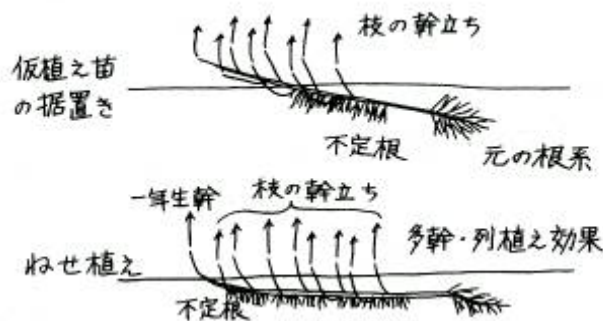


図-Ⅶ-8 斜植えと不定根の発生

Fig. VII-8. Slant planting and adventitious roots.

する。うね植え・ねせ植え・斜ざしなども、また、仮植え苗木の放置なども、広義の斜植えといえる（図-Ⅶ-8）。

積雪斜面の樹木の幹の根元曲りは、天然林でも人工林でもふつうにみられる。これが雪への適応である。豪雪地方のスギ造林では、古くから斜植えが採用されてきた。平坦地においても、雪害・風害に対して、幹折れ・枝抜け・根切れを防ぐために風下側へ45°くらい苗木を傾けて植付けると効果がある（斎藤，1974）。

斜植えは、連続することにより密植となる。その特徴は次のようである。①直根性の苗木の根系を切断しなくても植付けできる、②不定根の発生を期待できる、③地拵えの機械化に適合する、④雪害・風害を軽減できる、⑤初期生長が旺盛になる、⑥列植え方式に適合する。ただし、樹種によっては幹が立ちにくく、草刈りをしにくいなどのマイナス面もある。この点は、耕うん・うね切り地拵えに結びつけ、列方向へ斜植えすることがかなり回避できる。

密植工法としての列植え・束植え・斜植えは互いに関連が深く、地拵え方

法ともよく適合する。束植えと斜植えは連続させれば列植えとなるものであり、両者のいずれを採用するかはそれぞれに適する樹種に左右される。束植えは常緑針葉樹向きであり、トドマツ・アカエゾマツに成果がみられる。また、斜植えは不定根の発生しやすい広葉樹向きであって、ケヤマハンノキ・ニセアカシアなどが適する。こうした植栽方法は、樹種の適応性の活用といえる。

3. 前生林の造成

厳しい気象因子に耐える健全な林帯を造成する場合には、東北地方におけるようにクロマツという切り札樹種を用いて一度で植栽を済ませる方法よりも、植栽を段階的に実行していく方が祁賓実性が高いと考えられる。少なくとも、3回に分けた植栽方法が望まれ、次のような植栽の手順があげられる。

- 1) 前生林造成 環境因子を緩和するための、基本林に対して保護的な植栽
- 2) 基本林導入 後背地を保護するための、本来の林帯づくりをする植栽
- 3) 更新植栽 防災効果を維持するための、材料の若返りをはかる植栽

前生林 (Pioneer belt) は、厳しい環境因子を緩和し、基本林導入を容易にする基礎的な活物工法である (東, 1975)。前生林とは、時間的に基本林に先行するという意味であるが、先駆林・低林帯・捨て石的林帯などともよばれる。

これに用いる材料は、先駆樹種 (Pioneers) が最適であり、十分な数の自生ヤナギ属種がある。ただし、塩風と飛砂が生じる場所では、アキグミ・ハコネウツギ・キンギンボク・ギンドロなどで補完する必要がある。内陸部でなら、ドロノキ・クロポプラも有用である。いずれにしても、埋技工が有効な樹種であることが、材料としての必要条件である。苗木植えのシラカンバ・ケヤマハンノキ・ニセアカシア・カラマツなどは、前生林については補完的なものとみなす。

埋技工とは、ヤナギ類の枝を造成地に直接に枝さし (Wood-cutting) する植栽工のひとつであり、直挿し (現地挿し) ともよばれる。これは、地拵え工種のひとつに加えてもよいほどの、しかも機械化地拵えとよく調和する、活物工法の典型ともいえるものである。埋技工は、細葉ヤナギ類の直径 1-2 cm, 2年生以上の枝から、長さ 30 cm のサシホをつくり、それを地はぎ・耕うん・うね切りされた場所に、秋に、密に、斜に埋める (図-VII-9)。この工法は、苗木植付のように熟練技能を要するのとは違い、誰が行ってもよい成果を得やすく、植生復元に最適の技術といえるものである。

しかしながら、これにも不成功の事例もある。それは施工期の誤り (春~初夏)、逆ざし、裸地化・耕うんを欠く、などの場合である。こうした不成功の事例から、一部ではヤナギ類の苗木植えが行われたが、

これには苗畑での枝さし・苗木の運搬・植付け適期の制約・浅植えによる乾燥・疎な苗間からくる生長の遅れ・不定根の再発生などという、時間的・経済的・労力的にみたマイナス面がきわめて大きい。

これらの不成功の事例を考慮し、短いサシホ方式を改良したものが埋幹工である。これはヤナギ類の枝を長いまま用いる方式であり、山腹植生工や護岸工における編柵工・連束そだ工などに近いものである。ナガバヤナギ・タチヤナギなどの通直な枝 (上伸枝) を、長さ 1-2 m に切り、地中にごく浅く横たえ、枝の末端を地上に出し、基部の深さが 5-10 cm になるように埋める (図-VII-10)。末日直径が 1 cm, 元口直径が 2-3 cm の枝が好ましい結果をもたらす。

これによると、逆ざしが防がれ、地上に 5-10 本の幹が立ち、不定根が各部分に発生し、短いサシホの場合よりも、根張り・上長生長・風食に対する安全性にすぐれる。ヤナギ類の不

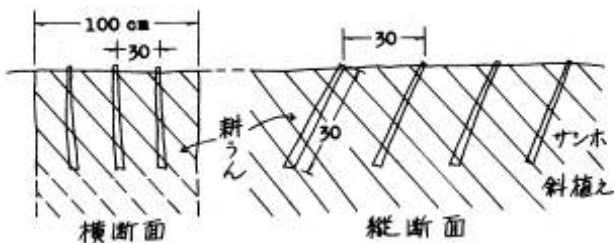


図-VII-9 ヤナギ類埋枝工 (新井, 1967)

Fig. VII-9. A method of branchlet-cutting of *Salix* spp.

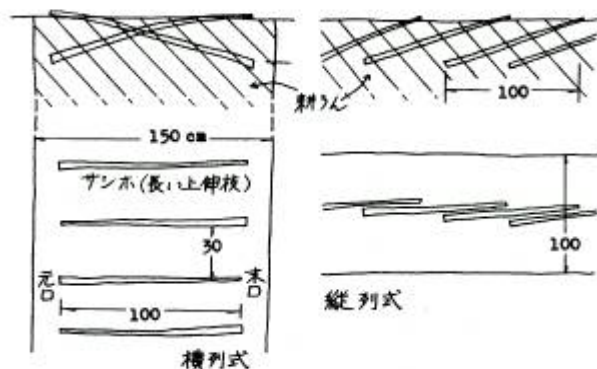


図-VII-10 埋幹工 (埋枝工の改良)

Fig. VII-10. Long branch-cutting of *Salix* spp.

定根発生と萌芽力の旺盛さは、ほかの樹種にみられないものであり、前生林造成の決め手になるといえる。これらの初期生長はきわめて速く、地拵えが十分に行われた場合の密植では、2 生長期で高さ 1.5-2m になる（表-VII-4）。

細葉ヤナギ類の埋技工・埋幹工による前生林造成の特徴は、次のようである。

1) 施工が容易で、熟練者でなくても確実に行うことができる。

表-VII-4 埋技工による植栽木の生長量

Table VII-4. Height growths of *Salix* spp. and *Populus maximowiczii* planted by cutting.

場 所	材 料	年 齢	1	2	3	4 年
			m	m	m	m
浜 厚 真 (火山灰地)	ヤナギ類 (1)	max.*	0.9	3.1	—	4.2
		ave.	0.6	1.7	—	3.5
	" (2)	max.	0.7	2.0	2.9	3.6
		ave.	0.3	1.1	2.0	2.8
	ドロノキ (1)	max.	1.1	2.4	—	2.6
		<i>Populus maximowiczii</i> ave.	0.6	1.8	—	2.0
	" (2)	max.	0.3	1.2	1.6	2.0
		ave.	0.3	0.6	1.3	1.6
間 寒 別 (泥 炭 地)	ヤナギ類 (1)	max.	1.1	2.8	3.5	
		ave.	0.5	1.7	2.2	
	" (2)	max.	1.1	2.3	3.0	
		ave.	0.5	1.7	2.4	
	ドロノキ (1)	max.	1.6	2.9	3.8	4.4
		<i>Populus maximowiczii</i> ave.	1.3	2.4	3.0	3.5
	" (2)	max.	0.9	2.0	—	3.1
		ave.	0.3	0.8	—	2.4

*max.: 最大木, ave.: みた目の標準木

地拵え工に適合し、側方保護のための列植えをするには、埋技工を 5m ないし 10m の列間とする。これは防風土塁と組み合わせると、より効果的である（図-VII-11, VII-12）。

前生林の造成こそ、一般経済林の造成と異なる、防災林造成の最大の特色であり、活物工法の名に値するものである、といえる。

4. 基本林樹種の導入

海岸線の天然林の成立においては、外観上からは多層・異齡林とみえても、それは生存競争の結果であり、実際には同時侵入の場合が多くて、ほとんどが同齡林かそれに近いものといえる（斎藤, 1968c, 1976c; 斎藤・東, 1971; 斎藤・水井, 1979b）。けれども、防災林を造成する場合には、環境条件と防災効果とから、二段構えで行うことが堅実である。

2) 苗木生産と違い、サシホの供給は既成林帯からも天然生林からも十分な量が可能であるから、大規模な施工にも容易に対応できる。

3) 経費が安く、施工期間が短い。

4) きわめて密に施工でき、1 年目から耐風性の高いブッシュを形成する。

5) 生長が速く、早期に防災効果を発現する。

6) 落葉の堆積が有機物を供給し、土壌の被覆や改良に役立つ。

7) 草本の侵入・繁茂を抑制して、基本林樹種の導入・保護に効果がある。

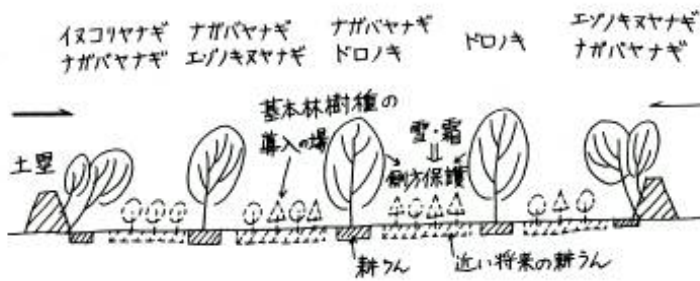


図-VII-11 防風土塁と前生林造成

Fig. VII-11. Wind bank and pioneer belt in order to establish pioneer belt.

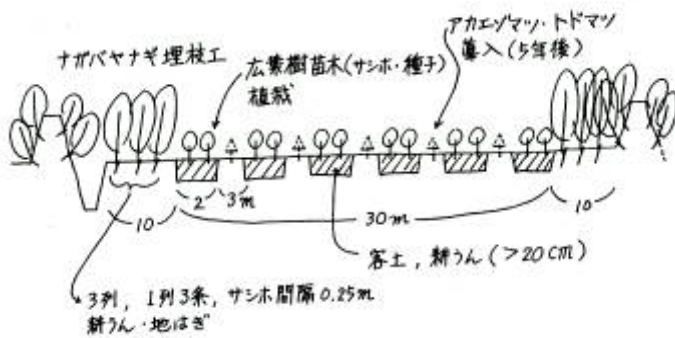


図-VII-12 地拵えと列植え植栽

Fig. VII-12. Site preparation for hedge planting.

ラ・カシワ・イタヤカエデに、苗木植栽ないし直播きにより、置きかえられる必要がある。そして、いちじるしい風衝地にある、汀線にごく近い、あるいは幅員にごく狭い場合には、基本林に占める風上林縁部分のウェイトが高まる。

風下林縁部分には、反対風の影響が強い場合には、ヤチダモ・ダケカンバなどの耐風性樹種を用い

基本林 (Proper belt) とは、本来の防災効果を発揮するものであり、前生林の保護下に導入されるとよい結果が得られる。その材料の選択規準は、次のようである。①厳しい環境条件下において適応性が大きい、②寿命が長い、③枝葉が密につく、④耐陰性に富む、⑤苗木生産が容易である、⑥植付けしやすい、⑦高木種である、⑧造成地の近くにも自生する、などである。

主風に対して、基本林は三部分から構成される。風上林縁部分 (犠牲林帯) は強風に直面し、土塁工と前生林に最前線を保証される。しかし、ヤナギ類の寿命が比較的短いことから、長寿で耐風性に富むミズナ

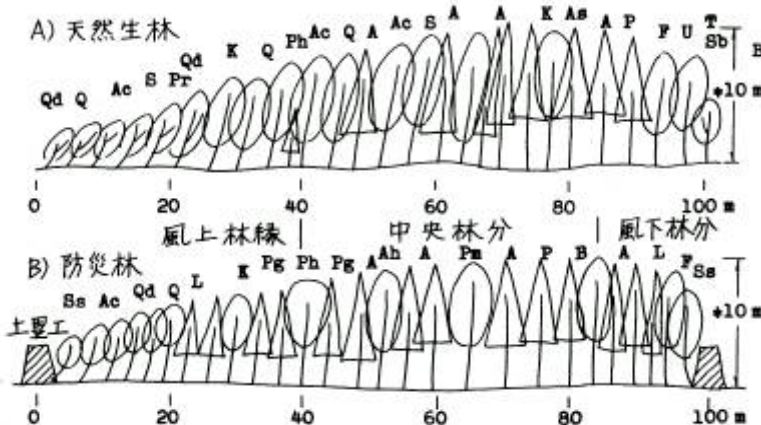


図-VII-13 天然生林 (A) をモデルとした理想的な防災林 (B)

Fig. VII-13. A representative natural shelterbelt (A) and schematic artificial shelterbelt (B).

樹種。A: トドマツ, Ac: イタヤカエデ, Ah: ケヤマハンノキ, As: コシアブラ, B: ダケカンバおよびシラカンバ, F: ヤチダモ, K: ハリギリ, L: グイマツ, P: エゾマツ, Pg: アカエゾマツ, Ph: キハダ, Pm: ドロノキ, Pr: エゾヤマザクラ, Q: ミズナラ, Qd: カシワ, S: ナナカマド, Sb: エゾノバッコヤナギ, Ss: ナガバヤナギ, T: シナノキ, U: ハルニレ。

る。それが弱い場合には、シラカンバ・エゾヤマザクラ・ナナカマドなどの景観価値が高い樹種を用いればよい。

中央部分（高林帯・主林帯）には、多くの高木種を採用できる。針葉樹ではトドマツ・アカエゾマツ・エゾマツ，広葉樹ではミズナラ・イタヤカエデ・ハリギリ・キハダ・ダケカンバ・ハルニレなどから、苗木を入手できるものを選ぶ。

林帯幅員を約 100m，漸高林冠の最高値を約 10mと考えて，天然生海岸林を目標にすると，理想とする防災林の横断面は，図－VII－13 のように模式化することができる。

基本林の導入にあたっては，前生林の列間に列状に植栽し，側方保護下に初期生長させる。その時期は前生林造成後 5 年くらいが最適であるが，社会的条件の制約から，あるいは自然環境条件が厳しくない場合には，前生林と基本林の同時植栽もありうる（図－VII－3 参照）。

現行の単年度予算制度がなおしばらく変わらないとすると，まず前生林だけで林帯をつくり上げておき，保安林改良という制度によって，10 年後に基本林に置換することも考えられる。このとき，両者の樹種の組み合わせは重要である（表－VII－5）。また，前生林樹種についても，ヤナギ類・ドロノキの埋技工に加えて，カンバ類・ハンノキ類の苗木植栽ないし直播きも行って，全体として高林帯に近いものをつくり，しかも伐る列を予定しておくことよい。こうした林帯造成方法は，防災林に限定されず，風衝地・ササ生地・豪雪地の造林にも適用できる。

十分な地拵え，生きた材料の吟味，前生林の造成，基本林の適期の導入，列状密植，十分な保育などの諸条件が満足であるなら，前生林は 5 年間で，基本林は 20 年間で目標に到達し，効果の大きい防災林を造成することができる。ただし，林帯は汀線から 200m 以上離れ，幅員が少なくとも 100m あれば，

表－VII－5 前生林樹種と基本林樹種のおもな組み合わせ
Table VII-5. Some combination of pioneer belt species and proper belt species for the shelterbelt establishment.

前生林樹種	基本林樹種	調査地	防災林の種類	調査者
ドロノキ	トドマツ	国鉄天北線	防雪林	斎藤・上牧, 1967
ヤナギ類	〃	利尻島	屋敷林	東, 1975
〃	ヤチダモ	厚真町	泥炭地造林	平, 1961
〃	〃	豊頃町	〃	斎藤, 1971c
ミヤマハンノキ	トドマツ	利尻島	防風林	東海林ほか, 1967
ニセアカシア	〃	苫前町	〃	斎藤ほか, 1972
カラマツ	〃	根室市	〃	新井, 1966
アキグミ	クロマツ	江差町	砂地造林	* (筆者の観察)
ヤシャブシ	〃	青森県下北半島	〃	*
ヒメヤシャブシ	〃	本荘市	〃	*
ネムノキ	〃	酒田市	〃	*
ニセアカシア	〃	新潟県北蒲原郡	〃	*
マサキ	〃	〃 佐渡島	〃	*
モンタナマツ	ヨーロッパトウヒ	デンマーク	〃	サブロエ, 1955

漸高林冠を最大 10m程度にもっていくことができるのである。

上述のように、林帯造成において、活物材料を植栽するにあたっては、樹種選択に十分に留意し、初期生長の促進と防災効果の早期発現を目指すとするれば、密植工法を採用することが適切である。そして、植栽の手段として、造成を二段階に分け、耐性が大きく初期生長の速い樹種からなる前生林をまず造成し、その後、初期生長は速くないが、防災効果によりすぐれた樹種からなる基本林を造成していくことが重要である。

VIII. 林 帯 の 維 持

死物工法では、施工の終了がそのまま完成となるが、その機能は時間とともに低下する傾向にある。しかしながら、活物工法では、植栽の終了がただちに成林とはならず、その機能は時間とともに増大していく。ところが、活物工法とはいえ、造園的手法では、成木を移植して、ただちに効果を発現させる傾向にある（東，1975）。ただし、この速成方式では、厳しい環境下で効果を発現させることは不可能である。小さい材料をその環境に適応させて育てることこそが、活物工法の本来のあり方である、といえるのである。

生きた材料は、劣悪な環境下に生長し続け、一定のサイズに達してはじめて防災効果を発現するのであるから、それまでに適切な保育が十分に行われなければならない。また、成林後でさえも、生きた材料には寿命があるから、効果を永続させるためには、材料の更新が不可欠である。

北海道の防災林造成では、保育作業としての工種は、わずかに草刈りがあるだけで、しかも植栽年に限って行われるにすぎない。経済林造成では数年間継続される保育作業が、より厳しい環境条件下の

防災林造成では行われない傾向にある。その要因として、①造成の歴史が浅い、②本州方面の技術が寒冷地方に適さない、③成林を見込める林帯が乏しい、などがあげられる。しかし、活物工法を実行するのなら、計画的に保育作業が組込まれるべきである。

保育工種には、表-VIII-1のようなものがある。

地拵え方法・植栽方法で述べたように、材料および効果の維持・管理のために、保育および更新方法も群単位で行われるべきである。また、作業の機械化と効果の最大発現とから、群は列状であることが望ましい。

1. 保育の手順

木材生産のために種間・種内競争をコントロールするには、草刈り・除伐・間伐で十分としても、防災林ではより以上にきめ細かい保育作業を

表-VIII-1 保育上の工種と天然林成立との比較

Table VII-1. Comparison of the shelterbelt tree tending and the natural forest establishment.

工 種	目 的	天 然 林
草 刈 り	草本害の軽減	種間競争
中 耕	同上	(落葉落枝の推積)
裾枝打ち	雪害の軽減 林帯見廻りの便	下枝の枯上り
切 揃 え	風害の軽減 サシホの供給	(風衝林冠)
除・間伐	競争の緩和 基本林導入	種内競争
頭 伐 り	萌芽更新 基本林導入	萌芽・根萌芽 更新
更 新	複雑な林帯づくり	サクセッション

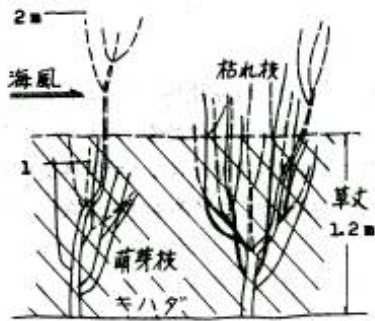


図-Ⅷ-1 草本による植栽木の萌芽枝の生育阻害 (初山別有明村)

Fig. Ⅷ-1. Shade effect against epicormic shoots out of die-back trees planted for shelterbelt at Ariake, Shosambetsu, northern Hokkaido.

必要とし、これにより植栽木は自らも生長し、防災効果をも発現できる。

1) 草刈り

草刈り (Mowing) は、樹木植栽に欠かすことのできない、最重要な保育工種である。地拵えが十分で裸地化が完全であっても、陽生草本の侵入により、苗木段階の木本はいちじるしい被陰効果を数年間にわたって受ける (図-Ⅷ-1)。

ヤナギ類の前生林が列状に密生すれば、草本の繁茂を抑制できるから、草刈り年数は前生林で1-2年、基本林で5年くらいで済むと予測される。方形植え・手鎌方式と異なり、列植えでは手鎌・大鎌はもちろん、Brush-cutter, mowerなどの機械を使うことができる。

2) 中耕

中耕 (Cultivation) は、わが国の傾斜地林業では行われようがなかったが、農業では古くから人力によるHoe, rakeが用いられてきた。この保育工種は、防災林造成に積極的に用いられるべきであり、その効果はきわめて大きいと考えられる。

広い列間はCultivatorの使用に支障がなく、中耕によって根張りが促進され、草本の根系からの除去

(Weeding)にも役立つ。そして、前生林を育成するための中耕が、そのまま基本林導入のための地拵えとなる。

3) 裾枝打ち

枝打ち (Pruning) は、木材生産においては完満・無節材を目的とした

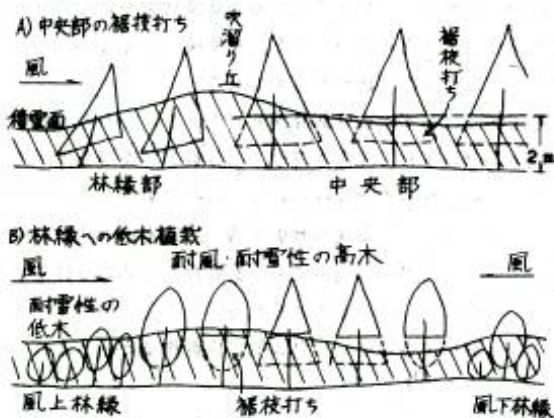


表-Ⅷ-2 雪害を軽減する裾枝打ち

Fig. Ⅷ-2. Pruning for the reduction of snow damages in the shelterbelt tending.

下枝切りである。

ところで、防災林では、効果の高い林帯ほど地吹雪の捕捉量が大きく、ために樹木の雪害が増大する傾向にある。この積雪沈降による幹折れ・枝抜けを軽減するには、積雪深以下の枝打ちをすると効果がある (斎藤, 1980b)。防風・防雪効果からみると、枝葉が地面近くまである方が望ましいと考えられるが、雪害を招いてはマイナスとなる。防雪効果・耐雪性ともに大きい林帯をつくるには、林縁部を除いて裾枝打ちを行う (図-Ⅷ-2)。また、林縁に低木類を植栽するのも効果的である (CABORN, 1965)。

裾枝打ちの実行とともに、耐雪性に富む樹種の採用、吹溜り位置を考慮した樹種配置も必要である

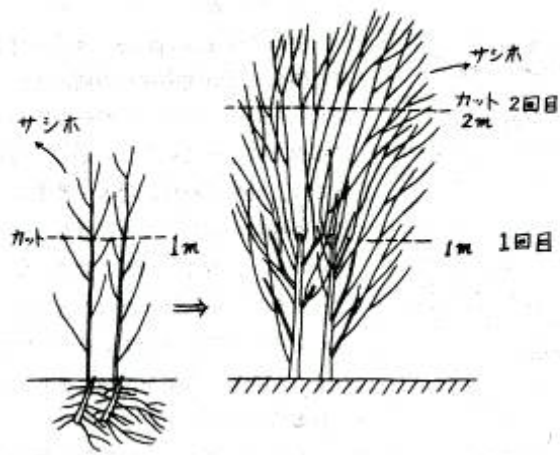


図-VIII-3 ヤナギ防風生垣の切揃え

Fig. VIII-3. Trimming of wind screen of *Salix* spp.

を平均化するのに役に立つ。

5) 除伐・間伐

防災効果に重点が置かれすぎると、種内競争のコントロールが軽視され、林縁木だけが遅しく、残り全体が劣勢木となることがある。効果発現は健全な個体の集まりがあってはじめて生じるのであるから、除伐・間伐 (Thinning) は防災林であっても不可欠の保育工種のひとつである。

ただし、一般経済林や東北地方のクロマツ林と違い、列単位の群として取扱うことが重要である。たとえば、1列2条植えであれば、片方の1条をすべて除伐する。前生林の列単位の除伐では、残った列の健全化が促され、しかも伐り列が基本林樹種を導入する場となる。そして、同様に、基本林の除伐が更新の場をつくり出す。

6) 頭伐り

鉄道林や道路林では、交通に支障の出そうな植栽木の幹や大枝が除かれる。ただし、地際から伐倒するのでなく、効果発現の最小高 (地上3-5m) を目安に断幹する。

この頭伐りは萌芽力の旺盛な樹種に有効であり、ミズナラ・カシワ・イタヤカエデ・シナノキなどの更新に適する。切揃えを大規模にしたものと考えれば、交通への支障木に限らずに、列単位で実行すればよく、上述の樹種やヤナギ類を若返らせることもできる。

2. 更新の考え方

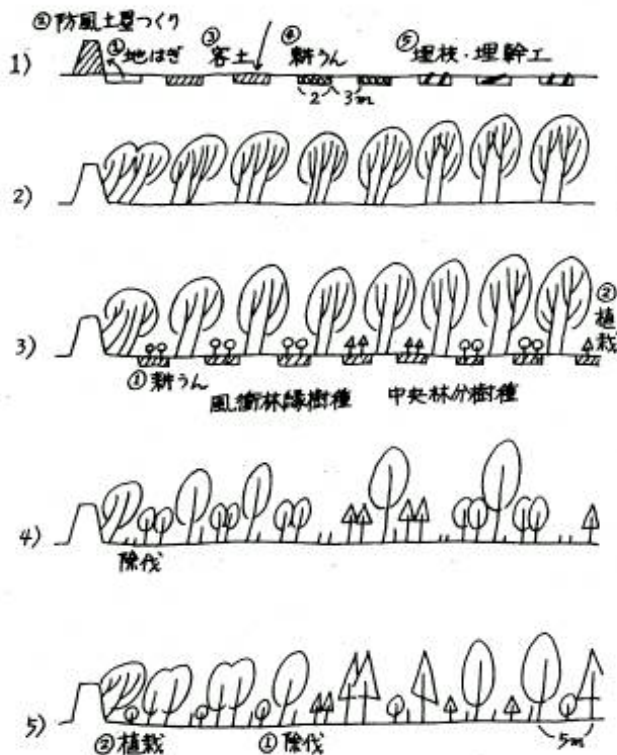
いずれの樹種を用いても、生きた材料であるから、やがてはその寿命 (枯損) にいたるし、厳しい環境下ほど短命化がいちじるしい傾向にあって、しかもそこに到達する以前から防災効果が漸減してくる。したがって、効果を永続させるためには、活力の高い材料で置換しなければならない。

(斎藤, 1978c)。外来樹種の大半は、積雪・冠雪により、裾枝打ちをする樹高に達するまでに大きな害を受けてしまいやすい。

4) 切揃え

切揃え (Trimming) は、枝打ちと異なり、伸長を一時的に抑制し、下枝の枯上りを防ぎ、枝葉を密生させることを目的としている。また、これは前生林のヤナギ類ブッシュに適用され、防風生垣では昔から行われてきた (図-VIII-3)。

防風工の天端を微地形の凹凸に関りなくレベルにするのと同様に、防風林の風上林縁部の切揃えも、風の流れ



図一Ⅷ-4 列状更新の模式図

- 1) 地拵えおよび埋枝工, 2) 前生林形成, 3) 基本林樹種の導入, 4) 前生林の除伐, 5) 更新

Fig. VIII-4. Regeneration of a shelterbelt in the hedge planting method.

Ⅷ-4 に模式化した。

林帯の更新方法には、①苗木植栽・埋技工・直播き・根ざしのように、積極的に新しい材料を導入する、②萌芽・根萌芽更新のように、材料の若返りをはかる、③天然下種に任せる、などがある。

苗木の植付けが一般的であるが、苗木生産の樹種的・時間的・量的な制約から、適用できる樹種数は多くない。むしろ、防災林の更新には、直播きがふさわしいと考えられる。基本林が枯死するまでには数十年間あるから、ミズナラ・イタヤカエデ・トドマツなどを早めに播種するのである。この場合、地拵えと保育が十分に行われ、種子がうね切りされた土中に埋められることが前提条件である。列状播種であり、実生が苗木サイズに達した段階で、10本/m²くらいの成立本数が必要である。

埋技工・根ざしの場合には、列間が伝く、光が十分に到達することが前提となる。

萌芽更新は、既述の切揃え・頭切りと同様に、休眠芽・潜伏芽から萌芽枝・幹 (Epicormic shoot) の出やすい樹種に効果的であり、①個体の若返り、②早期の効果回復、③効果の持続にかなり有効である。ただし、この方法は樹種の制約が大きい。

天然下種更新は、林帯構成木が自然散布する種子から実生を生じさせ、それらを次代の構成木に仕立てるのであり、最も理想的な更新方法である。ただし、放置しておくだけでは部分的にしか更新しないのであって、種子散布を除くと、地拵えとしての更新伐・落葉層の除去・耕うんなどの作業種は直播

1) 更新

更新 (Regeneration) は、木材生産の場合には皆伐方式が面積の大小を問わず一般的であり、天然林ではときに択伐方式もとられる。しかし、防災林では、効果の維持と老木・若木の交替とを同時に遂行しなければならない。それでも、更新は一時的に効果を低減させるから、更新伐が遅れがちになり、いわゆる伐り惜しみが生じる。この遅れは、やがて、効果の激減と更新木の生長困難をもたらすことになる。

鉄道防雪林では、林帯を長軸方向に二分し、それぞれを交替で更新をはかる施業技術を実行してきた (国鉄施設局, 1960)。しかし、この方法は幅員が十分に広いことが前提となり、強風地の風上側の更新には適用がむずかしい。

一連の技術体系のひとつとして、地拵え・植栽・保育と同じく、更新についても列単位であることが望ましい。それによって、効果の低減を最小限に抑えることができ、若木を安全に生育させることができる。列状更新を図一

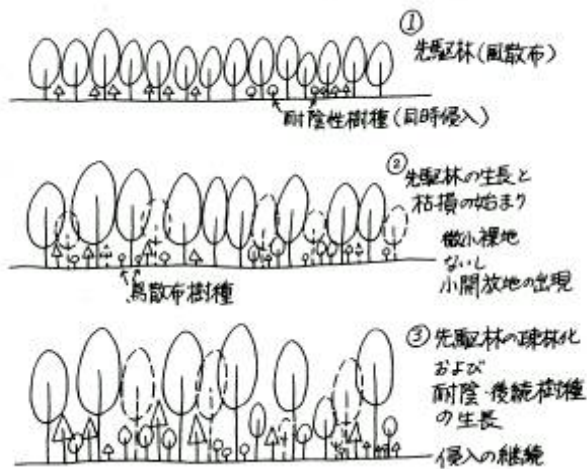


図-VIII-5 先駆林の生長・疎林化と更新樹種の出現・生長
Fig. VIII-5. Schematic succession in the natural forest establishing.

きの場合と同様であり、保育はよりむずかしい。この方法に適するのは、おもに風散布樹種である。鳥散布樹種は、その林帯外からも侵入してくるが、それらの実生の生育場所はアトランダムであり、直播きで人為的に補完しない限り、期待どおりには更新しない(図-VIII-5)。

以上の更新方法は、図-VIII-6に模式化できる。いずれの方法を採用するかは、環境条件に大きく左右されるが、一方法だけで行うよりも、二つ以上を組合わせて相互補完的に用いることが望ましい。そして、人間の働きかけを常に欠かすことはできない。

防災林造成の新規事業では、上述し

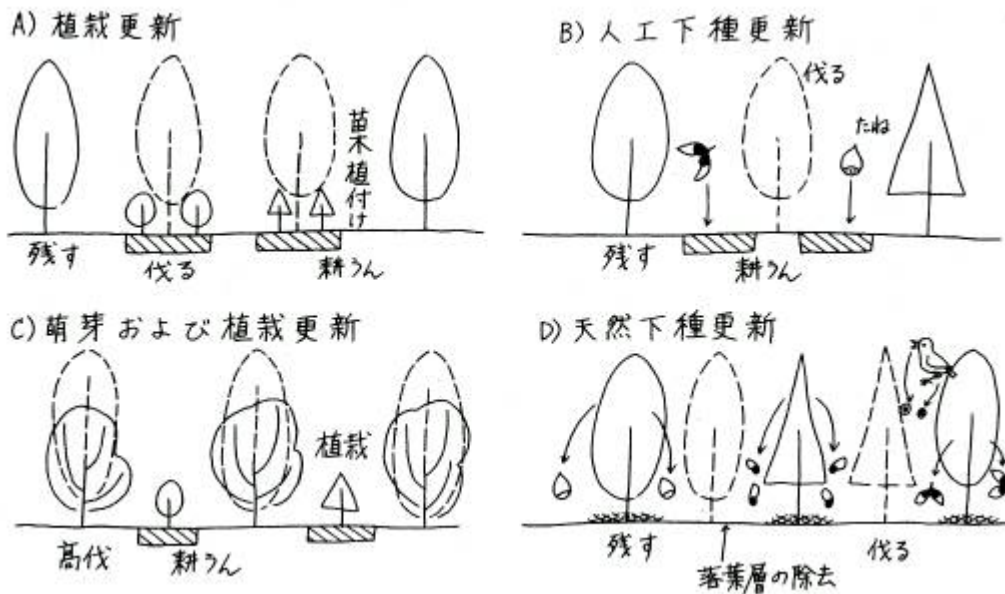


図-VIII-6 更新方法の4例

Fig. VIII-6. Four methods of regeneration : A) planting, B) artificial seeding, C) epicormic shoots and planting, and D) natural seeding.

てきた一連の技術体系としての地拵え・植栽・保育・更新の方法を、生きた材料による活物工法である、という考えで施行していけば、時間的にも空間的にも、計画からそれほど遠く離れることのない成果が得られるにちがいない。

2) 不成績林分の改良

現実の問題として、新しく始める施行地よりも、継続中のものが数多くあり、とくに不成績造成地

をどのように改良するか、どういう形に更新していくか、が解決の急を要するといえる。

従来の防風柵・方形植え方式の場合には、柵の倒壊・草本の被陰効果・積雪の沈降・過うっ閉・浅い根張り・保育不足・外来樹種などの不成績要因が多くある。それゆえ、こうした不成績地を、上述した新しい技術体系に近づけるためには、徹底した改良工事が必要であって、部分的な補植程度のもものでは将来性が乏しいといえる。

残存木があっても、列植え方式に带状伐採し、可能な限りの地拵え工種を実行し、新しい材料を導入していくのである。

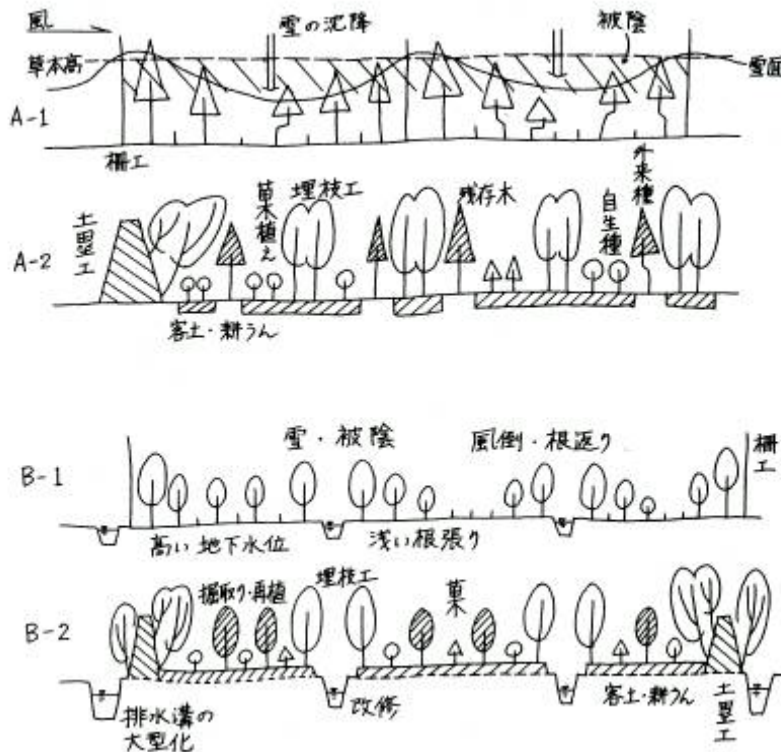


図-VIII-7 不成績林分の改良・更新

A) 防風林, B) 泥炭地造林; 1) 改善前, 2) 改善後

Fig.VIII-7. Improvement and regeneration of unsuccessful shelterbelts :
A) wind brake, B) afforestation on peat-bogs, 1) unsuccessful, and 2) improved.

残存列の木と、掘取って再植した木とは、前生林の役割をはたすことになる。図-VIII-7は、こうした改良方法を模式化したものである。

天然生海岸林が疎林化した場合、その保安林改良事業においても、林内の無立木空間（孔状地）への植え込みや樹冠下植え（樹下植栽）では十分でなく、带状伐採と地下部を重視した地拵えとを実行し、列状植栽に転換していくことが望ましい。現存するものを前生林ないし側方保護帯とみなし、植栽木が効果を現わすまでの期間は防災効果も発現させるのである。そして、この場合には、現存木が母樹となって、天然下種

更新も期待できる。

東北地方の海岸林では、肥料本・砂止め本として、低木類・小高本類がクロマツと混植されるが、これらはやがてクロマツに圧倒され、成林するとクロマツ単純林となってしまふ。しかし、いずれの樹種であっても、単純林は生態的に不安定であり、気象害や生物害に抵抗力が乏しい傾向にある。近年、マツノザイセンチュウの被害が本州方面のクロマツ単純林の存在に脅威となっているのは、ひとつの好例といえる。それぞれの地方に自生する広葉樹と針葉樹を、带状更新により導入することが解決策のひとつと考えられる。

3. 景観の保全

防災林は、本来、厳しい環境条件下に生長した樹木群が、気象条件を緩和して後背地の保護対象物に対してより良好な環境を提供することを目的として造成される。それに加えて、保護のための林帯（Shelterbelt）は、人間生活に必要な場所に、しかもその大半は無立木地に造成されるから、防災効果発現に関する期待とともに、Green belt ないし保健休養林としても評価される。それゆえ、当然のことながら、防災林の造成技術はより多方面の活物工法にも適用されうるし、木材生産技術にさえも応用され、発展するものと考えられる。

無立木地における防災林は、土地条件の改良を除くと、気象因子、生物因子、そして近年の公害的な因子に取囲まれていて、局所的な生態系として存続することを余儀なくされる。そのため、本来の耐風性の大きさだけでなく、防災林の生態的な安定が重要となってくる。

山地の大森林から隔離された、海岸平野の小さい人工林帯ないし天然生林が、生態的な安定を永続していくためには、構成樹種の単純化を避け、その構造を時間的にも空間的にも可能な限り複雑化することである。前生林の造成、基本林樹種の導入、そして更新へと進む過程において、順次に材料を多様化し、複雑な林帯へと導く（東，1975）のであり、最終的には、天然更新が可能となれば理想的である。

景観的な問題は、狭義には、樹木群の美的要素を導き出すことである。環境条件が許す範囲で、しかも技術的可能性の下に、花・葉・果実・枝ぶり・樹形などの観賞価値の高い材料が用いられることが望ましい。道路林には、こうした要素に高いウエイトが要求される（斎藤，1978c）。これは防災林が成林していく過程での副産物といえるものであり、緑化用の成木を造園的に移植しても得られ難いものである。また、外来樹種に頼らずに、多様で美的価値の高い自生樹種のなかから、目的に応じて植栽すればよいはずである。

そして、広義には、防災林を全体の風景計画のなかに位置づけ、そこに調和させることであろう。屋敷林や内陸防風林は、その地方の風景に重要な地位を占めてきて、自然景観というよりも、風土の構成者となっている。したがって、今後の林帯造成は、防災効果を第一としながらも、保健休養的な、そして景観的な、さらには風土的な要素をも合わせもつものを目指とすることが望ましい。

北海道の海岸林造成地は、土地利用の制約から、幅員が 50—100m のものが大部分である。しかしながら、東北地方の著名な海岸林や、北海道でも江差町柳崎の砂坂海岸林は、幅員が 500—1,000m にも達する。これらは風衝林縁部だけでも 100m 以上あり、効果発現はもとより、更新・生態的安定・景観などのために数百m の幅員をもつ。実際に、こうした場所においてこそ、活物工法の技術を十分に用いることが可能であり、自ら景観的問題にも対応できる。また、このときはじめて外未樹種にも生育の場が与えられる。ことになる。したがって、幅員が 100m 以下の場合には、まず第一に、健全な林帯づくりを心掛けなければならない。

林帯の維持管理には、常駐する管理人（Shelterbelt ranger）が必要であると考えられる。東北地方の著名な海岸林や砂坂海岸林には専門の管理人がいるし、鉄道林の巡視もきめ細かく行われている。生きた工作物を常に見守り、適切な働きかけを行うこと—これが活物工法の原則であるといえる。

上述のように、活物材料を用いる工法に不可欠の問題として、林帯の活力維持がある。活力ある林帯を維持していくためには、保育を適切に行うことにより、植栽木の初期生長を促進し、防災効果を早期に発現させることが重要である。また、防災効果を永続させるためには、活物材料を適宜に更新していくことが必要である。さらに、防災効果に加えて、景観の保全という要素が加えられることが望ましい。

IX. 防災林造成の基本構想

1. 天然生林分析による技術原理

北海道には、防風ないし防霧保安林として、天然生海岸林が各地に残存している。これらは、その地方の気候に適応しつつ、少なくとも後水期の1万年にわたって、世代交代をくり返してきたのである。これらを構成する各樹種は、それぞれの個性をもっていて、各地方の気候・土壌・生存競争に適応している（図-IX-1、-IX-2）。したがって、人為的に導入する場合には、これら自生の材料ば最も適応性が大きいものとみなされる。

天然生林はまた、樹種の天然分布・生育地・林分の大きさ・地形・汀線からの距離・その地の空間

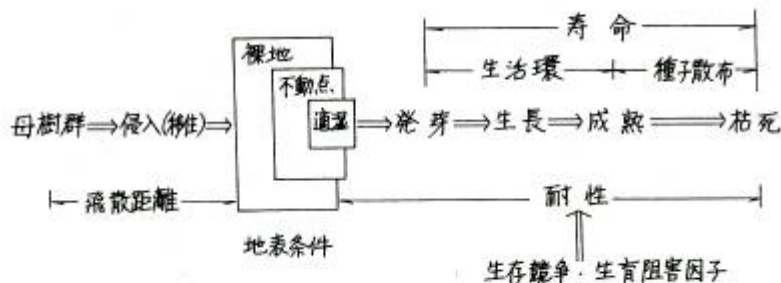


図-IX-1 森林の成立条件（先駆・風散布樹種の場合，東，1979；伊藤，1970；斎藤ほか，1972から作成）

Fig. IX-1. Conditions for a natural forest establishing in pioneer trees of wind dispersal.

的な諸条件を示している。換言すれば、これらの材料と空間的な条件は、防災林造成の実行計画に対して、その可能性と技術的な限界とを示しているともいえる。

天然生林の調査にあたり、まず第一に、それが汀線からどのくらい離れているかを測

定することになる。波打ち際から陸上植物が、とくに木本が生育することは困難であり、ふつうには裸の砂浜、砂草帯の次に低木が出現する。林分を形成する高木が出現する

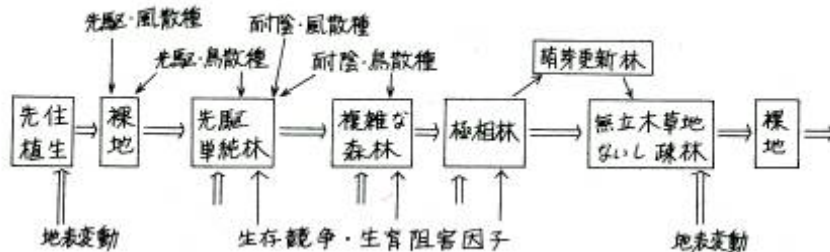


図-IX-2 森林遷移の模式図

Fig. IX-2. Schematic forest succession.

場所、つまり、風上林縁の位置がわかれば、そこが林帯造成の最前線の目安となる。

第二に行うことは、主風に対する森林の幅および高さの測定である。一般的に、幅が広いほど風下林縁近くで林冠高が高くなると予想される。ベルトトランセクト調査法では、森林の幅・高さ・漸高林冠上縁線の形状・立木密度・樹種構成・樹高・胸高直径・樹冠長径・風衝方向などが調査される（図-IX-3）。

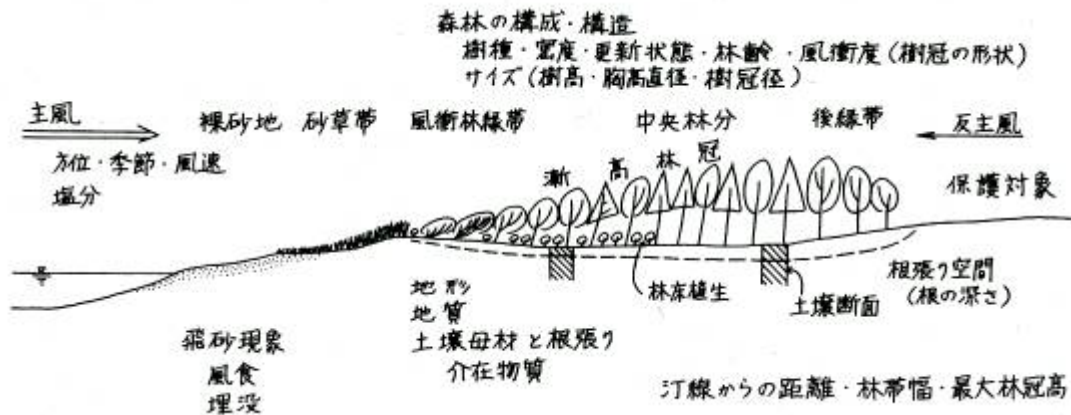


図-IX-3 空間的な分析の諸要素

Fig. IX-3. Environmental factors on the shelterbelt establishment.

第三に、森林をとり囲む環境因子としての地形・地質・土壌の調査をする。地形は風および土壌水分と、土壌は根張りと、植生は地質および土壌と、それぞれ密接に関係していると考えなければならない(表-IX-1)。

上述の野外調査を行うことにより、海岸線にみられる樹種の分布・生育の適地・耐風性・土壌への適応性などの森林造成上の分析が可能になり、材料を選択しやすくなる(表-IX-2)。

表-IX-1 主要な生態系 (オダム, 1967)

Table IX-1. Main ecosystems.

場所	無機的な要因	有機的な要因
海 洋	波浪・潮汐・海流・塩分・水温・水圧・光	海底沈殿物・溶解性ガス
河口域・海岸	潮汐・塩分・温度	適応
河 川	侵食と堆積	浄化
湖 と 池	止水系の若返り化	肥沃化
淡水沼沢地	水位変動	有機物の堆積
砂 漠	雨	耐寒性
ツンドラ	熱・光	耐寒性
草 原	雨	ふしよくの堆積
森 林	(気候条件)	(土壌)・遷移

なお、海岸線は人間活動が盛んなどころであるから、天然林といえども多少とも人為(伐採)が加えられているはずであり(したがって、天然生林という)、このことを考慮して現存している森林を評価しなくてはならない。

天然生林の空間的な分析から、防災林造成の技術的な限界が導かれてくる。自生樹種の大半にとって、つまり成木のサイズ・寿命・生長の速さ・好みの土壌などについて、最良の生育地(Habitat)は一般的に、弱風の、広い谷間の、速湿

で、深層の肥沃土であると思われる(宮部ほか, 1920-31)。しかし、そうした肥沃土のある生育地は、どこにでもあるわけではない。つまり、いずれの樹種も土壌的な生育良好地(適地)にだけ生育しているわけではなく、ずっと広い生育可能地をもっているのである。

海岸線では、内陸部に比較して、気候・土壌などの生育条件が劣悪ないし貧弱な傾向にあるから、樹種による差は大きいとしても、いずれの樹種も矮性化しやすく、短命になりやすい。したがって、植栽した場合も、一般造林のような生長量を期待できない。

表-IX-2 防災林の造成と天然林の成立との対比
 Table IX-2. Comparison of the shelterbelt establishment and the natural forest establishment.

条 件	防災林の造成	天然林の成立
場 所	人間生活に必要な場所	地形・土壌・母樹郡の有無
裸地づくり	地はぎ・耕うん地拵え	降灰・崩土・土石流ほか
植 栽	サシホ・苗木・種子による植栽	種子侵入
保 育	除草・中耕などによる保育	種間・種内競争
飛 砂	静砂工，耐埋没性樹種の植栽	天然林の埋没，不定根の発生
強 風	防風保護工，風衝林縁帯の造成	生長の阻害，風衝林冠
生 物 害	複雑な林帯の造成，防除	生態的均衡，淘汰
更 新	带状伐による植栽・天然下種	サクセッション

北海道の海岸線において，林帯を造成するにあたり，樹高が 20-30m となり，樹高の 20 倍，つまり 400-600m が保護区域となるといふ計画を立てても，その実現の可能性はきわめて乏しいといえる。防災林の目標となるのは，造成地ふきんの天然生林の空間的な構成であり，とくに汀線からの距離

・林帯幅員・風下林冠高を確実に把握した上で，計画を立てるべきである。この空間的な数値は技術的な可能性に近似のものである，といわなければならないのである。もちろん，社会的・行政的な林帯造成計画に対して，技術的可能性の検討を欠かせないのである。海岸林造成は汀線に近づくほど，技術的にいよいよむずかしくなる（図-IX-4）。

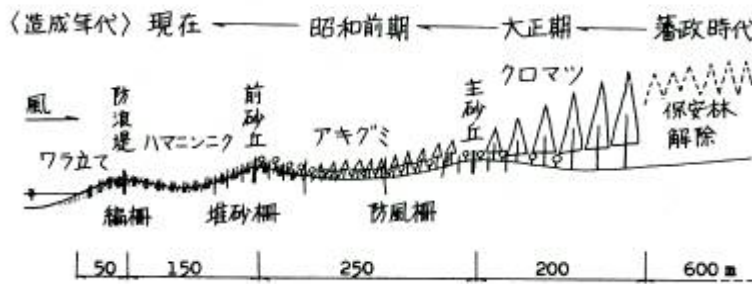


図-IX-4 汀線に近づく海岸林造成（本荘営林署）

Fig. IX-4. Advancing of the shelterbelts to sea in sequence for the land use at Honjō, Akita Prefecture, northern Honshu.

また，土壌的な限界も認識されなければならない。ただし，土壌条件ないし地下部の条件は，人為によってある程度は改変することが可能であるから，生長に関係した制限因子が何であるかを見極めることが必要である。ふつう，それらは土壌断面に現われる地下水位・不透水層・乾湿・

堅密度・土壌母材・粒子サイズ・有機物量・根張りの深さなどである（内田，1965）。これらは付図-1~4 に示される。

これらが地拵えにより改変されると，天然生林のそれよりも好条件となるから，気候条件が許すならば，技術限界はいくらか，あるいはかなり拡大するはずである。つまり，地下部の改良は地上部の生長に良好な結果をもたらすことになる。しかし，これとても相対的なものであって，技術的な過信に陥らないように，可能性と限界を適確に捉えなければならない。そうした意味でも，森林の構成を知ることが技術的な可能性を明白にすることになるのである。

汀線からある程度の距離，漸高林冠を高めるに十分な幅員，活物工法を助ける保護工，確実性の大きい樹種，そのほかの必要条件は，先人たちの試行錯誤から経験的に知られてきた。これらの実験の成果から，われわれは次の事業（これも実験とみなしうる）を，より無理なく，より大きい可能性をもって実施できる。

林帯造成地には，その気候や歴史が証明した植栽樹種が存在する。これらは，たとえ自生樹種であろうと，天然の生育地とは異なった環境下におかれて，その土地に適用してきた。これらの適応力の範囲は，天然生林の解析からでは判断しにくく，人為植栽によってはじめて明らかとなる。また，各樹種の天然分布域と生育可能域（植栽分布）との違いからも，適応性の大きさが判明する。

公共的な防災林造成は，行政的にも技術的にも，本州方面の事業で行われた材料と方法を参考にして，20-40年間を経過している。これに対して，個人的・民間的な屋敷林造成は，身近にある自生樹種の山引き苗を用い，50-80年間の歴史をもっている。両者の比較からみると，外未樹種が生育できる場所であれば，自生樹種ならより良い生育を示すだろうといえる。

結 論

わが国の海岸平野における防災林の造成事業は，本州各地では数百年前から開始され，クロマツを材料とした砂防造林技術が確立されてきた。わが国の寒冷地方である北海道の海岸平野においても，開拓・開発の進展とともに防災林を必要とするようになってきたが，本州方面の材料と技術は限られた地域でしか応用できなかった。また，鉄道防雪林のように北欧から導入された材料と技術も，海岸平野で用いるには困難が多かった。

それらが寒冷地方で半世紀もの間に改良されつつ，部分的には独自の技術も生まれてきたが，なお，体系化された十分なものとなっていない。そこで，筆者は先進地の材料と技術を検討して，寒冷地方にふさわしい造成方法を生み出すには，この地方の気候・風土に適した材料と方法を見出さなければならないと考えた。

そのために，既往防災林の造成経過を検討するとともに，必要性に迫られて造成された開拓地の屋敷林や，各地域に永い間存続している天然生海岸林に注目して，それらの造成経過ないし成立条件を検討し，また，材料を観察するなどして，多角的な考察を行った。

その結果，材料としては自生樹種が最も適しており，植栽地の条件を整えるために，十分な地拵えを行い，機能的な防風工を設けて，密植方式により，まず前生林をつくり，ついで基本林を組合わせていき，それらに対して確実な保育と更新を行う，という一連の，寒冷地方にふさわしい新しい技術体系をまとめた。

この方法は，北海道各地の海岸防災林造成に適用できるばかりでなく，山地における森林造成にも応用できる，と考えられる。

摘 要

本論文は，寒冷地方の海岸平野において，防災林造成の技術的な可能性を確立することを目的として研究したものである。

I. わが国の寒冷地方の海岸平野にふさわしい防災林を造成するための材料と方法は，次のように考えられる。

1. 天然生海岸林 北海道の天然生海岸林は、一般に針広混交林であり、主要樹種はトドマツ・ミズナラ・イタヤカエデである。これらは、汀線から 200m 以上離れ、幅員が 100m 前後あれば、漸高林冠をつくって、風下では高さ 10m 前後になる。ただし、幅員がより広くなっても、林冠高は 15m 前後が限界である。根系は浅く、しかも母材の風化土層により、介在する火山灰層に根張りしている場合が多い。そして、一斉林型であって、50-100 年生の森林が多くみられる。

2. 防風林・防雪林 北海道の海岸線に造成されている林帯は、天然生林と比較しても、汀線に近く、しかも幅員が狭い場合が多い。樹種の耐性に頼りすぎて、地拵えが十分に行われていない。ヤナギ類の埋技工に成果がみられるが、これを活用する次の植栽方法が未確立である。外来樹種に比較して、自生樹種により成果がみられる。防柵防風工には、検討すべき問題が多くある。保育の技術の確立が遅れている。

3. 砂地造林・泥炭地造林 海岸砂地にも泥炭地にも、火山灰層や沖積土層が介在していることが多い。これらは一般に根張り空間として好ましいが、不透水層をつくることもある。機械を用いた地拵えにより、排水溝の整備・土層の混合が実行されると、植栽木はよい生長を示す。泥炭のみ、砂丘砂のみの土壌母材の場合には、異質土を客土してはじめて、植栽木の生長に期待できる。

4. 屋敷林 樹種の多くは自生のものであり、山引き苗植栽ないし技さしが行われ、刈込みに耐え、不定根を発生しやすいなどの性質をもつから、風や飛砂に対して抵抗力が大きい。これらは「歴史的に証明された」樹種である。ただし、50 年生でも高さ 10m くらいである。苗間が密な単列植えに成果がみられ、排水溝掘削土に植えられて、保育がきめ細くなくされた。

II. 上記のような研究から、寒冷地方の海岸平野における防災林造成の技術的な可能性を、次のように体系づけることができる。

1. 樹種の適応性 生きた材料として、十分な種類の自生樹種が存在する。それらはそれぞれに厳しい環境に対してすぐれた適応性をもつが、防災林の材料としてあらゆる条件を満足する樹種はないから、それらを組合わせて用いる。育苗技術の確立により、あるいは埋技工や直播によれば、材料の入手は容易である。植栽すると、天然の生育地よりも多少とも広い生育可能地をもつことがふつうであり、しかも隠れた適応性を発揮する樹種がある。

2. 地拵え方法 地はぎ工は先住植生を完全に除去し、植栽木の初期生長を助長する。根張り空間の拡大のための客土・耕うん・排水の 3 工種は、組合わせることにより、現地の土壌の理学性をいちじるしく改良し、従来の土壌的な適地適木の考え方にとらわれずに、多くの樹種の導入を可能にする。

3. 防風保護工 防風柵工が多くの問題をもつのに比較すると、防風土塁工は地拵え工種と有機的に結びつき、ほぼ永久的に風上林縁を確保する。

4. 植栽方法 材料は造成地の環境に最適のものを選び、群としての生長および効果に期待して、列植え・束植え・斜植えなどの多様な植栽方式の密植とする。前生林と基本林の組合わせによって、防災林を造成する場合、まずヤナギ類の埋技工により早期に前生林をつくり、その保護効果の発現をまって、その列間に基本林樹種を導入する。

5. 保育・更新方法 生きた材料を厳しい環境下に生長させ、防災効果を発現させるためには、常に適切な保育が行われなければならない。草刈り・中耕・裾枝打ち・刈揃え・除伐・間伐などによって、効果の大きい健全な林帯がつけられる。そして、材料の寿命と効果の永続とを考慮し、材料を逐次列単位で更新していく。不成績造成地ないし天然生疎林については、帯状地拵え・列状植栽方式により改良する。林帯造成は健全で効果的な成林を第一目標とするが、景観的な要素も加え、広く社会のニーズに応えることも重要であり、技術的に確立されなければならない。

文 献

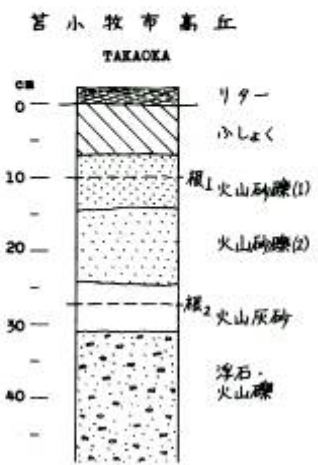
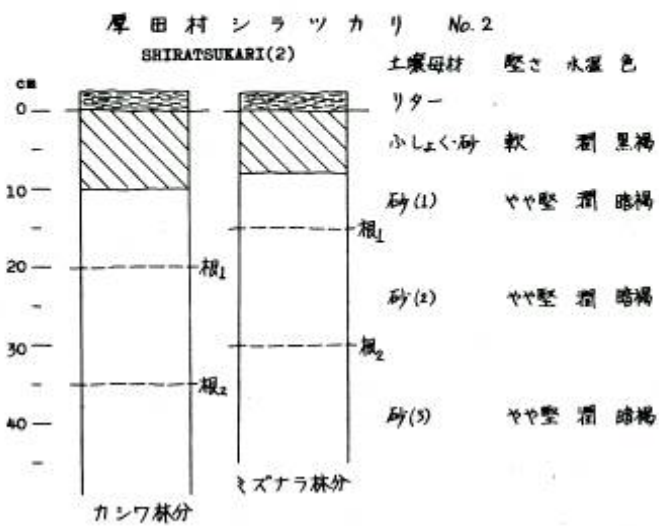
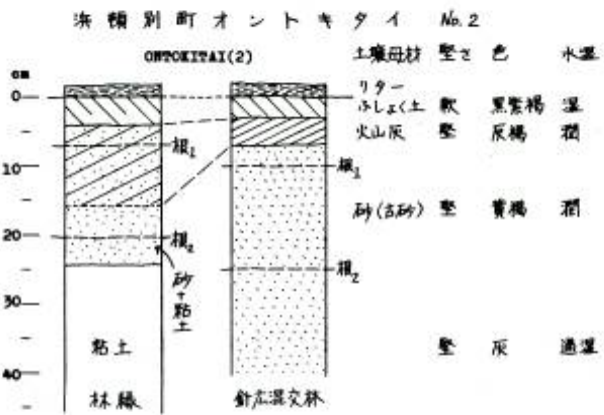
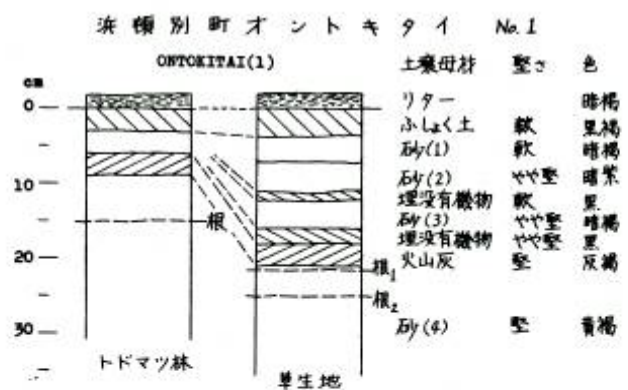
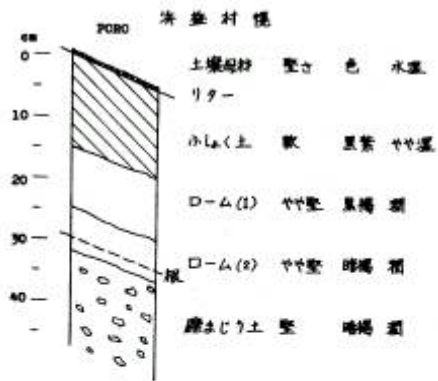
- 阿木茂 1970 エゾマツを見直そう——苫小牧営林署管内にみるエゾマツ優良造林地の紹介. 北方林業, 22 : 357-358.
- 秋葉隆男 1971 尻岸内町字中浜地区における海岸砂地造林について. 北林技研論集, S45 : 364-368.
- APPELROTH, S. -E., 1971 Planting tube makes it easy to plant Japanese paperpot planting. For. Chronicle, 47 : 350-351.
- 新井利三郎 1966 海岸段丘風衝地帯の防災林造成地におけるトドマツの植栽成績. 治山と保全, 5 : 21-26.
- 1967 防災林造成事業におけるヤナギ科植物の植栽成績と今後の使用方法. 林, 179 : 1-8.
- 旭川鉄道管理局営林課 1974 営林の現状及び問題点と対策. 12pp.
- 浅井達弘 1973 道有林のヤチダモ人工林の成績から. 北林試季報, 15 : 31-34.
- BJARNASON, H., 1968 Forestry in Iceland. J. Scot. For. Soc., 22 : 55-60 (斎藤新一郎訳, 1970 アイスランドの林業. 北方林業, 22 : 250-252).
- CABORN, J. M., 1965 Shelterbelts and windbrakes. 288 pp., Faber, London.
- CAYFORD, J. H., 1972 Container planting systems in Canada. For. Chronicle, 48 : 235-239.
- CHEPIL, W. S., 1949 Wind erosion control with shelterbelts in Nort China. Agronomy J., 41 : 127-129 (斎藤新一郎訳, 1966 中国北部の風食防止. 治山と保全, 5 : 47-50).
- COWLES, H. C., 1911 The causes of vegetative cycles. Bot. Gazette, 51 : 161-183.
- 恵花安雄 1965 北海道の鉄道林と外国樹種の造林. 北方林業, 17 : 206-214.
- EDLIN, H. L., 1966 A modern sylva or a discourse of forest trees—16 willows : *Salix* spp. Quart. J. Forestry, 60 : 23-34 (斎藤新一郎抄訳, 1972 英国のヤナギ. 林, 244 : 15-19).
- FAO, 1963 Special plantations. In FAO's "Tree planting practices for arid zones", p. 163-191, Rome (斎藤新一郎抄訳, 1970 特殊な造林. 北林試季報, 5 : 48-50).
- 藤村重任・小関隆ほか 1971 北海道の防風・防霧林. 398pp., 水利科学研究所.
- 後藤幸一 1974 函館本線における樹列式防雪林造成の成果. 青函船舶鉄道管理局 (未発表).
- HALL, J., 1970 Site preparation in Ontario. For. Chronicle, 46 : 445-447.
- 原口聡志・斎藤新一郎 1974 ハリギリの根ざし育苗について. 北方林業, 26 に 89-192.
- 島山末吉 1981 トドマツの産地間変異の地域性に関する遺伝育種学的研究. 北林試報, 19 : 1-91.
- 服部正相 1943 北方農村の林業. 246pp., 北方文化出版社.
- 早坂甚告ほか 1972 留萌支庁管内における海岸林造成の問題点と対策について. 北林技研論集, S46 : 175-181.
- 東三郎 1964 砂防植生工におけるヤナギ類導入に関する研究. 北大演林報, 23 : 151-228.
- 1975 環境林をつくる. 205pp., 北方林業会.
- 1979 地表変動論. 280pp., 北大図書刊行会.
- 北海道火山灰命名委員会 1972 北海道の火山灰分布図. 7葉および説明書.
- 井尻正二 1966 土壌学者への質問. ペドロジスト, 10 : 56.
- 1972 古生物学汎論 (上, 下). 372pp., 築地書館.
- 今田盛夫 1969 小型耕うん機の下種地拵作業への適応性. 日林北支講集, 18 : 41-44.
- 伊坂昭二 1968 泥炭地帯のヤチダモ造林成績について. 北治山技論集, p. 131-135.
- 1973 札幌市真駒内保全林整備事業について. 林, 254 : 33-39.

- 石川次郎 1964 那須地方における畑の「うつぎ」防風垣の効果. 農業と園芸, 34 (11) : 33-37.
- 石原洪三 1933 天然林におけるトドマツ稚樹の消長と森林土壌との関係に対する研究.北林試報,12 : 1-169.
- 伊藤重右エ門・今 純一 1968 犠牲林の造成に関する一, 二の考察. 日林北支講集, 17 : 96-101.
- ・斎藤新一郎 1971 防災林に用いられる樹種について. 北林技研論集, S45 : 331-338.
- 1973 実播によるカシワ・ミズナラの林帯造成. 北林試季報, 16 : 2-7.
- ほか 1974 後志, 桧山および石狩地方における防災林造成方法の研究.北林試報,12 : 51-76.
- 伊藤浩司 1970 根室国野付崎の植物生態学的研究(Ⅱ)——森林群落について. 北大演林報, 27 : 1-48.
- 伊藤武夫・豊島重造 1953 ハマニンニクの増殖に就いて. 新潟大農報, 4 : 62-64.
- 地主範士 1957 庄内砂丘砂防林史 (I-VII). 770pp., 秋田営林局.
- 柄多五市郎 1960 農家の屋敷林. 267pp., 北海道造林振興協会.
- 苺 住 昇 1974 森林の根系の構造と機能. 北方林業, 26 : 179-181.
- 檜山徳治ほか 1973 林木の騒音防止効果調査例. 林試研報, 256 : 85-91.
- 川 名 明 1966 堤列海岸平野の低地過湿林の改良に関する研究. 東農工大演林報, 4 : 1-115.
- 本村良悦 1963 屏風山の沿革. 103pp., 青森営林局.
- 吉良竜夫 1951 日本の森林帯. 42pp., 林業技術協会.
- 国鉄施設局 1960 鉄道に於ける営林技術発達史. 191pp.
- コノノワ・菅野一郎ほか訳 1966 土壤有機物. 300 p., 新科学文献刊行会.
- 工藤哲也・鈴木孝雄 1972 北海道における海岸林の枝枯れの原因. 北方林業, 24 : 261-263.
- ほか 1972 海岸林の林冠上縁が描く曲線の形状について. 日林北支講集, 21 : 21-22.
- 栗原節夫 1979 リPPER地帯の成果. 北方林業, 31 : 69-71.
- LINDE, R. J. van der, 1962 'Trees outside the forest. In FAO' s "Forest influences," 139-208, Rome (斎藤新一郎訳 1965 防災林. 38pp., 北大農学部砂防工学研究室).
- 前崎武人ほか 1973 生活環境における緑地機能の実証的調査研究報告書. 170pp., 北海道立林業試験場.
- 松 田 彊ほか 1973 蛇紋岩地帯における造林成績. 日林北支講集, 22 : 90-93.
- 松井和典ほか 1967 5万分の1地質図幅・説明書「利尻島」. 25pp., 北海道開発庁.
- 松井善喜 1955 ドロノキの育林について. 北大演林報, 17 : 665-714.
- 三 島 務ほか, 1952 天塩海岸防風林の防風効果について. 日林北支講集, 1 : 56-62.
- 宮部金吾ほか 1920~31 北海道主要樹木図譜 (I-III). 258pp., 北海道庁.
- MOEHRING, D. H., 1970 Forest soil improvement through cultivation. J. Forestry, 68 : 328-331 (斎藤新一郎抄訳 1971 耕うん地帯. 北林試季報, 7 : 21-24).
- 村井延雄編著 1971 北海道の災害略史 (1868-1968). 82pp., 村井延雄先生退官記念会.
- 中川久美雄・川村政志 1940-41 桧山砂丘海岸林に於ける砂丘造林管見.北林会報,38 : 254-262&310-318, 39 : 55-61&187-192.
- 中島道郎 1963 日本の屋敷林. 306pp., 森林拓産研究所.
- 野呂田勝洋 1971 海岸防災林におけるトドマツの成績調査について. 北林技研論集, S45 : 345-356.
- 1973 泥炭地造林の地帯方法. 北林技研論集, S46 : 185-192.
- オダム・水野寿彦訳 1967 生態学. 224pp., 築地書館.
- 奥 山 健 1966 天北泥炭地造林に対する一考察. 7 pp., 旭鉄局第1回営林業務研究会資料.
- 尾内清一 1969 道北海岸防風樹としてのハリギリに関する考察. 北方林業, 21 : 209-212.
- 大井次三郎 1965 日本植物誌 (顕花篇). 1560pp., 至文堂.

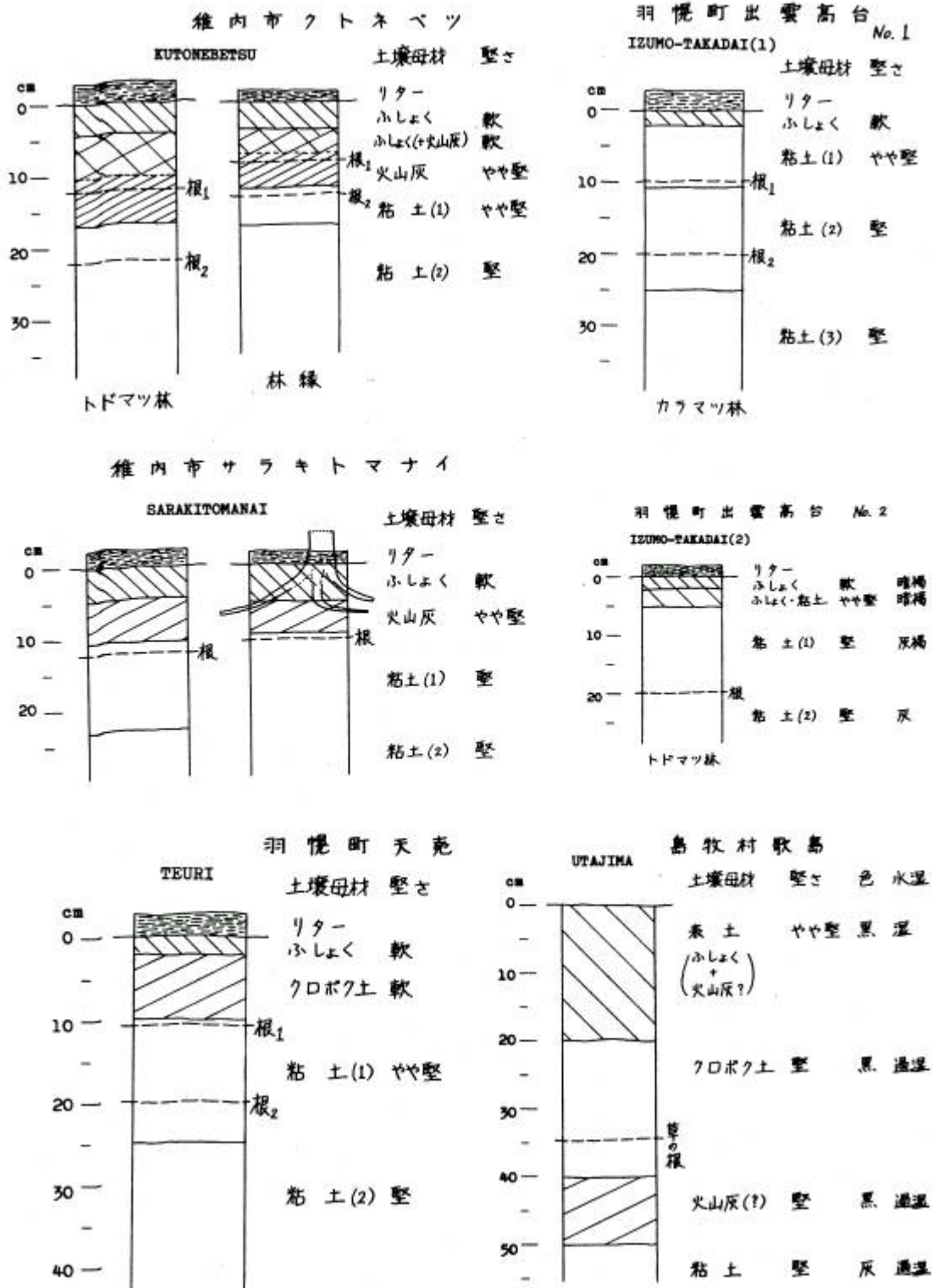
- 大里哲夫 1963 秋田営林局管内の海岸砂地造林. 71pp., 秋田営林局.
- 大和田道雄・吉野正敏 1971 石狩平野の卓越風の分布について. 地理学評論, 44 : 638-652.
- 斎藤新一郎 1966 屋敷林の構成からみた浜厚真附近の防災林造成方法. 手記 43pp., 北大農学部林学科 (卒業報文).
- ・工藤哲也 1966 北海道北部の泥炭地における前生林の造成方法(1) — 地拵えと1年目の植栽成績. 日林北支講集, 15 : 82-85.
- 1967 a 砂坂海岸林研修随想. 治山と保全, 6 : 31-38.
- 1967 b 新潟・秋田県の海岸林を見学して. 北方林業, 19 : 319-325.
- ・上牧由秀 1967 鉄道防雪林におけるドロノキ・トドマツ混交林の植栽経過. 雪氷, 29 : 74-77.
- 1968 a 北海道の防災林造成における郷土樹種の適応性とその植栽方法. 手記 214pp., 北大大学院農学研究科 (修士学位論文).
- 1968 b オホーツク海沿岸防災林研修後記. 北見林友, 141 : 7-20.
- 1968 c 北海道北部における天然生海岸林の解析. 20pp., 旭川営林局.
- 1969 a 浜厚真附近における前生林の造成試験. 日林北支講集, 18 : 180-182.
- 1969 b 北海道北部の泥炭地における前生林の造成方法(3) — 4年後の植栽成績. 日林北支講集, 18 : 183-186.
- 1969 c 海岸砂防のグミはアキグミではない. 北方林業, 21 : 365-368.
- 1970 北海道における防災林の造成方法に関する研究. 日林講集, 81 : 307-309.
- SAITO, Shin., 1970 A study on the environment of Teshio primrose (*Primula takebana* TATEWAKI). Res. Bul. Col. Exp. For. Hokkaido Univ., 27 : 49-62.
- 斎藤新一郎 1971 a 金沢・福井両営林署の海岸林を見学して. 14 pp., 大阪営林局治山課.
- 1971 b 林帯造成の今後{こついて. 治山, 16 : 167-174.
- 1971 c 十勝川河口ふきんの火山灰層と耕うん地拵えについて. 北林試報, 9 : 39-50.
- ・伊藤重右エ門 1971 a 宗谷地方における防災林造成方法の研究. 北林試報, 9 : 1-32.
- ・————— 1971 b 防災林造成における新しい工種設定の必要性. 治山研論集, 10 : 252-256.
- ・山田満一ほか 1971 天売島における林帯造成について. 日林北支講集, 20 : 213-219.
- ・東三郎 1971 天北地方における海岸砂丘の火山灰層と天然林成立の関係. 北大演林報, 28 : 421-471.
- 1972 a 崩土の稚苗と不定根. 北方林業, 24 : 75-79
- 1972 b 林帯造成技術の体系化に関する一考察 — 地拵えについて. 日林北支講集, 21 : 23-27
- ほか 1972 留萌地方における防災林造成方法の研究. 北林試報, 10 : 11-48.
- 1973 a ヤナギ前生林のつくり方について. 治山林道研論集, 8 : 47-55.
- 1973 b 天塩川河口のアカエゾマツ林の成立について. 北方林業, 25 : 163-166.
- 1973 c 斜植えについて. 治山, 18 : 68-70.
- 1973 d 根ざし育苗方法について. 北林試季報, 18 : 6-9.
- 1973 e 天塩町市街地ふきんの屋敷林の構成について. 日林北支講集, 22 : 187-190.
- ほか 1973 a 石狩地方における天然生海岸林について. 日林講集, 84 : 389-390.
- ほか 1973 b ヤチダモ屋敷林の構成について. 日林講集, 84 : 398-400.
- ・能登国男 1973 道路防雪林の造成. 治山研論集, 12 : 109-116.

- 齋藤新一郎 1974 雪害対策としての平坦地における斜植え. 雪氷, 36 : 137-140.
- ほか 1974 a 利尻島西南半部の屋敷林について. 日林北支講集, 23 : 74-78.
- ほか 1974 b 稚内市サラキトマナイにおけるトドマツの産地別植栽試験(1).北林技研論集, S 48 : 160-165
- 1976 a 寒冷地の海岸平野における防災林の造成方法. 日林講集, 87 : 359-360.
- 1976 b 苗木育成からみた樹木種子の運搬者としての鳥類の役割について. 鳥, 25 : 41-46.
- 1976 c 利尻島における天然生海岸林の群落学的研究. 北林試報, 14 : 49-60.
- ・豊田倫明 1976 羽幌町焼尻島におけるイチイ林の調査報告書 (1). 27pp., 羽幌町.
- ・菊沢喜八郎 1976 頂芽タイプと新条の伸長. 北方林業, 28 : 242-244.
- 1977 a 海岸平野の屋敷林から学ぶこと. 治山, 22 : 40-45.
- 1977 b 寒冷多雪地域における環境緑化の適樹について. 雪氷, 39 : 84-90.
- 1978 a 防災林造成におけるトドマツの適性. 日林講集, 89 : 331-332.
- 1978 b 最近の防災林造成事業における技術的な問題点について.日林北支講集, 27 : 123-125.
- 1978 c 防雪林をかねた道路樹の植栽について. 雪氷, 40 : 191-197.
- ・水井憲雄 1978 遠別地方の天然生防風林について. 北林技研論集, S 52 : 239-241.
- ・小原義昭 1978 オホーツク海沿岸北部における屋敷林の構成について. 北林技研論集, S 52 : 242-244.
- 1979 a おもな治山用樹種の特徴と見分け方. 北林試季報, 39 : 23-33.
- 1979 b 冬囲いとしての縄巻き. 雪氷, 41 : 143-145.
- 1979 c 広葉樹のたね. 北林試季報, 42 : 17-24.
- 1979 d ミズナラおよびカシワの育苗と植栽上の問題点. 北林技研論集, S 53 : 245-247.
- 1979 e ケヤマハンノキの生態および防災林樹種としての特性. 北林技研論集, S 53 : 248-250.
- ・水井憲推ほか 1979 a 北海道北部に自生する海岸林用の頂芽型広葉樹の育苗. 北林試報, 16 : 41-50.
- ・—————1979 b 稚内市清浜におけるトドマツ天然生林の群落学的研究. 北林試報, 17 : 51-62.
- ・—————ほか 1979 c 豊富町温泉裏山におけるトドマツの天然更新. 北林技研論集, S 53 : 108-110.
- 1980 a 道北地域の環境緑化樹について. 北林試季報, 44 : 16-19.
- 1980 b 雪害対策としてのトドマツ幼齢木の裾枝払い. 北林技研論集, S 54 : 123-125.
- 1981 a 苗木育成からみたミズナラの直播造林について. 日林論集, 92 : 309-310.
- 1981 b 焼尻島のアカエゾマツ林. 北方林業, 33 : 124-128.
- 1981 c 稚内市サラキトマナイの国道 40 号線における防雪林の造成試験(1).雪氷, 43 : 101-106.
- 1981 d 海岸林における広葉樹苗木の深植えについて. 北林技研論集, S 55 : 207-208.
- ・千田日出夫 1981 羽幌町焼尻島におけるイチイ林の調査報告書 (2). 33pp., 羽幌町.
- サブロエ・舘 脇 操・沖野丈夫訳 1955 デンマークの林業, 98pp., 北方林業会.
- 札幌管区气象台 1964 北海道の気候. 391pp., 気象協会北海道地方本部.
- SCHLÜTER, Uwe, 1971 Lebendbau— Ingenieurbiologische Bauweisen und lebende Baustoffe. 98 pp., Gallwey, München.

- 森林立地懇話会 1972 日本森林立地地図. 4葉および説明書, 農林出版.
- 塩崎正雄・小泉力 1969 ヤチダモ防風保安林の枯損原因調査. 北方林業, 21: 106-109.
- 東海林正光 1967 苫小牧市弁天における屋敷林の構成. 林, 169: 37-46.
- ・仲西昭三郎 1967 利尻島海岸風衝地におけるトドマツの植栽成績. 治山研論集, 6: 57-61.
- スマリコ・松岡広推訳 1966 防風林帯の構成と機能. 123pp., 林業試験場防災部.
- STEVEN, H. M., 1929 The afforestation of peat. Quart. J. Forestry, 23: 9-27.
- 田畑司門治 1955 樺太におけるグイマツの天然分布の造林学的研究. 北大演林報, 17: 981-986.
- 田上善夫 1976 利尻島における偏形樹の形成要因について. 地学雑誌, 85: 28-42.
- 平敬助 1961 防災林の造成について. 治山と保全, 2: 30-40.
- 高橋弘・高橋昭夫 1974 防災林樹種としてのカラマツ. 北林技研論集, S47: 118-120.
- 竹生清二 1971 ブル地拵地における造林成績と今後の問題点について. 北方林業, 23: 105-108.
- 館野康英ほか 1974 空知地方の泥炭地における防災林実態調査とこんごの対策. 北林技研論集, S47: 121-124.
- 館脇操 1944 アカエゾマツ林の群落学的研究. 北大演林報, 13: 1-181.
- 1955-57 汎針広混交林帯 (I-VI). 北方林業, 80: 8-11, 82: 7-9, 85: 10-13, 87: 8-11, 93: 12-15, & 95: 17-23.
- 1961 オホーツク沿岸の落葉広葉樹林植生. 96pp., 北見営林局.
- ほか 1965 カラマツ林の群落学的研究. 北大演林報, 24: 1-176.
- 田添元 1936 北海道における主要造林樹種の苗木養成法. 北大演林彙報別冊, 104pp.
- 富樫兼治郎 1964 [1937]. 日本海北部沿岸地方における砂防造林. 204pp., 林曹会.
- 豊田倫明 1974 耕地防風林の気象緩和効果と牧草収量について. 治山, 18: 329-335.
- 土屋仁男 1971 北海道北部海岸泥炭地における防風林の造成. 治山研論集, 10: 246-251.
- 内田丈夫 1965 林野土壌のみかた. 50pp., 北方林業会.
- 渡辺定元 1970 北海道天然生林のサクセッションのパターンについて. 北方林業, 22: 349-356.
- 山田忍 1942 火山灰の介在が泥炭層の形成に及ぼす影響について. 土壤肥料学誌, 16: 439-443.
- 柳沢聡推 1974 北海道の主要広葉樹の特性. 北方林業, 26: 259-263.
- 吉井義次 1916 太田砂山における砂丘植物の生態学的研究. 植雑誌, 30: 311-340.



付図-1 (2) 天然生林の土壌断面図 (2)

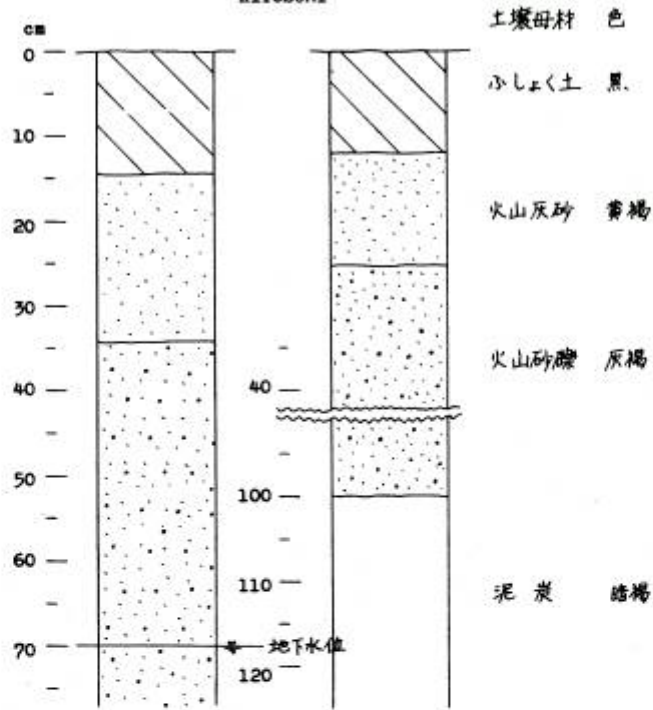


付図-2 (1) 防風林造成地の土壌断面図 (1)

Appendix I-2. Soil profiles of the sites of wind brakes.

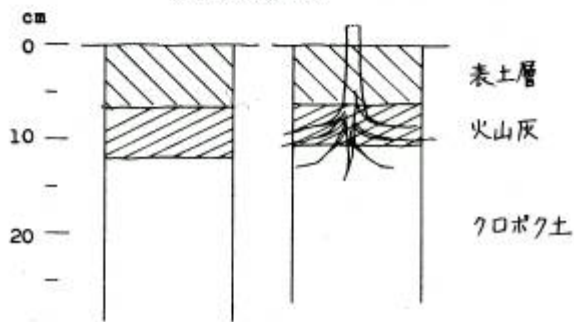
厚真町清住

KIYOSUMI



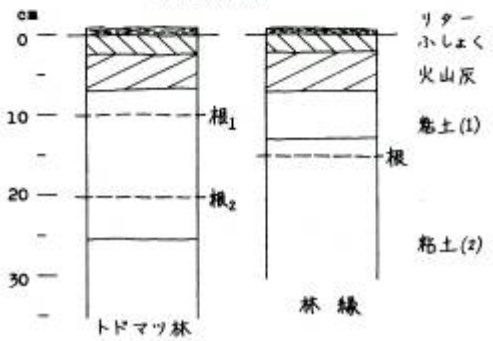
音別町中音別

NAKA-OMBETSU

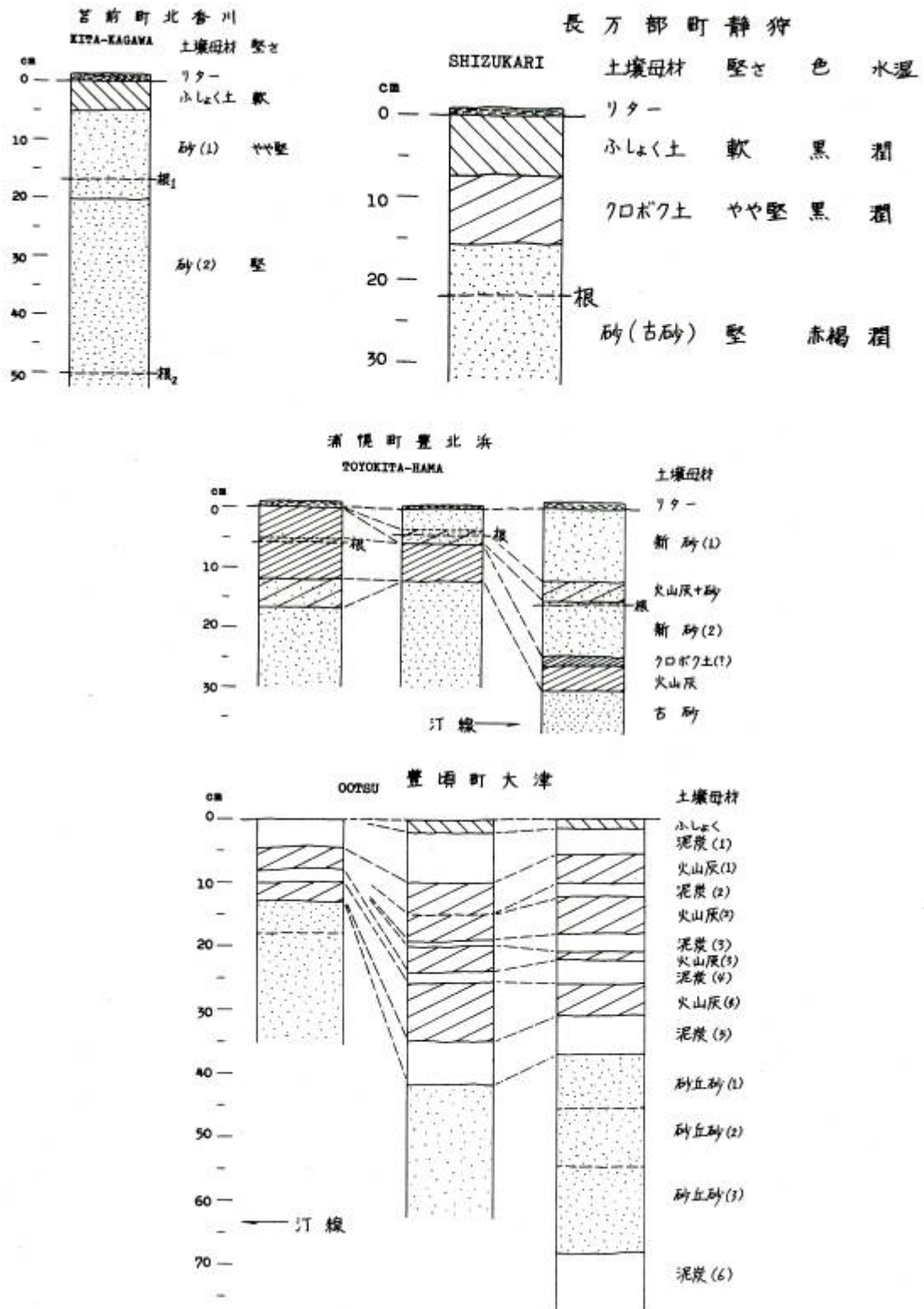


糠払村シネシンゴ

SHINESHINKO

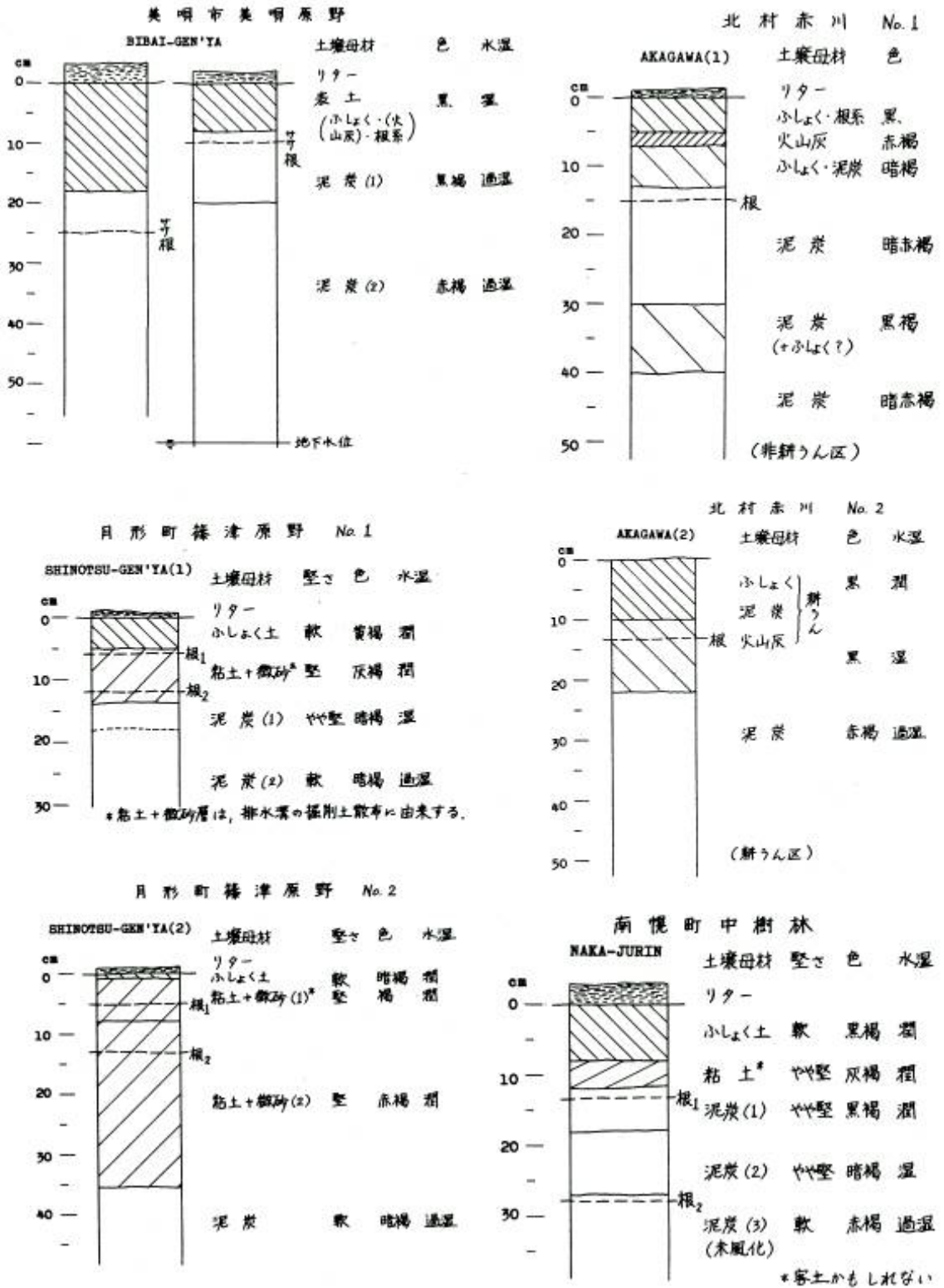


付図-2 (2) 防風林造成地の土壤断面図 (2)



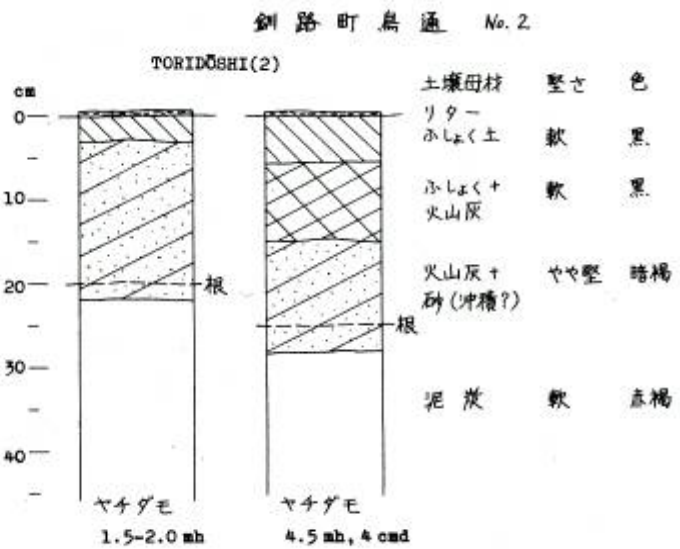
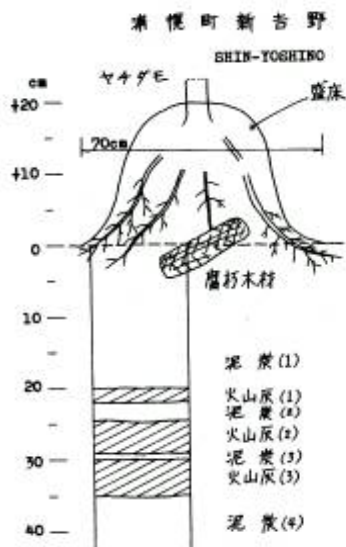
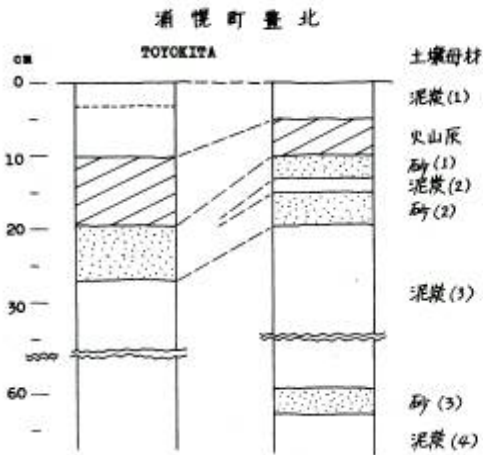
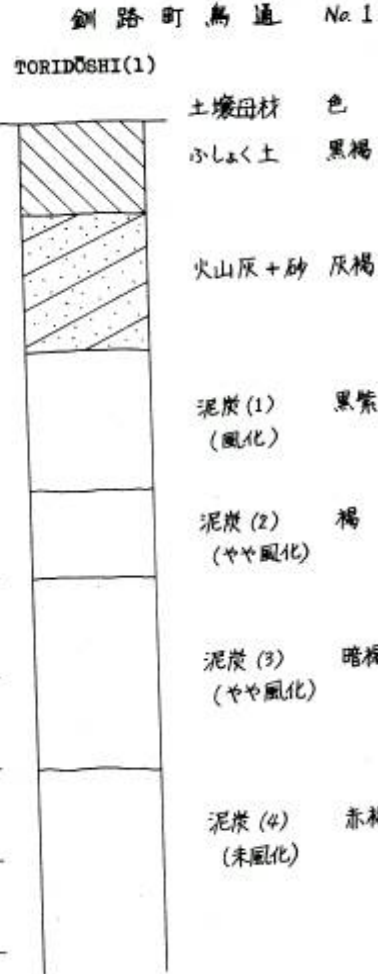
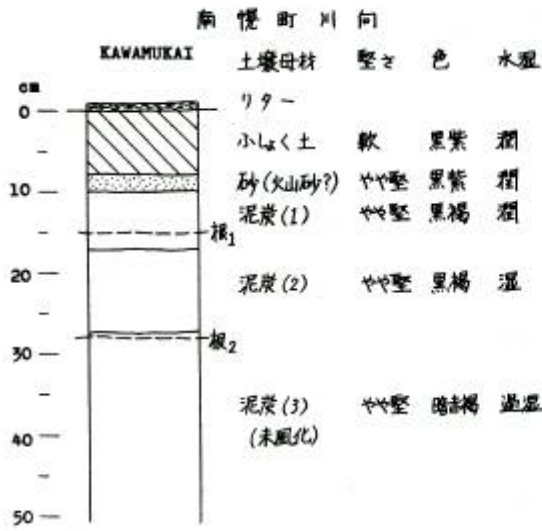
付図-3 (1) 砂地造林地の土壤断面図 (1)

Appendix I -3. Soil profiles of shelterbelts on sand dunes.



付図-4 (1) 泥炭地造林地の土壌断面図 (1)

Appendix I - 4. Soil profiles of shelterbelts on peat-bogs.



付図-4 (2) 泥炭地造林地の土壌断面図 (2)

和 名 ¹⁾	学 名 (Latin) ²⁾
針 葉 樹	Needle-leaved trees and shrubs
イチイ	<i>Taxus cyuspidata</i> SIEB. et ZUCC.
トドマツ (トドモミ)	<i>Abies sachalinensis</i> MASTERS
エゾマツ (エゾトウヒ)	<i>Picea jezoensis</i> CARR.
アカエゾマツ (アカエゾトウヒ)	<i>P. glehnii</i> MASTERS
ヨーロッパトウヒ*	<i>P. abies</i> KARST. (= <i>P. excelsa</i> LINK)
カラマツ*	<i>Larix kaempferi</i> CARR. (= <i>L. leptolepis</i> GORDON)
ハイマツ	<i>L. dahurica</i> var. <i>japonica</i> MAXIM.
グイマツ*	<i>Pinus pumila</i> REGEL
キタゴヨウマツ	<i>P. parviflora</i> var. <i>pentaphylla</i> HENRY
クロマツ*	<i>P. thunbergii</i> PARLAT.
ヨーロッパクロマツ	<i>P. nigra</i> ARNOLD
マンシュウクロマツ*	<i>P. tabulaeformis</i> CARR.
アカマツ*	<i>P. densiflora</i> SIEB. et ZUCC.
ヨーロッパアカマツ*	<i>P. sylvestris</i> LINN.
モンタナマツ*	<i>P. mugo</i> TURRA (= <i>P. montana</i> MILL.)
バンクスマツ*	<i>P. banksiana</i> LAM.
リギダマツ*	<i>P. Rigida</i> MILL.
スギ*	<i>Cryptomeria japonica</i> D. DON
ヒノキ*	<i>Chamaecyparis obtusa</i> ENDLICHER
ヒバ	<i>Thujaopsis dolabrata</i> var. <i>hondae</i> MAKINO
ハイネズ	<i>Juniperus conferta</i> PARLAT.
広 葉 樹	Broad-leaved trees & shrubs
ドロノキ	<i>Populus maximowiczii</i> HENRY
ヤマナラシ	<i>P. sieboldii</i> MIQUEL
ギンドロ*	<i>P. alba</i> LINN.
クロボプラ*	<i>P. nigra</i> LINN.
カイリョウボプラ*	<i>P. euroamericana</i> REHD.
タチヤナギ	<i>Salix subfragilis</i> ANDERS.
ナガバヤナギ	<i>S. sachalinensis</i> FR. SCHM.
エゾノキヌヤナギ	<i>S. pet-susu</i> KIMURA
エゾノカワヤナギ	<i>S. miyabeana</i> SEEMEN
カワヤナギ	<i>S. gilgiana</i> SEEMEN
シロヤナギ	<i>S. jessoensis</i> SEEMEN
エゾノヤナギ	<i>S. rorida</i> LACKSCHWEITZ

1) 本論分文に用いたもの, 2) 大井 (1965), ほかによる, *北海道に自生しないもの.

バッコヤナギ	<i>S. bakko</i> KIMURA
エゾノバッコヤナギ	<i>S. hultenii</i> var. <i>angustifolia</i> KIMURA
イヌコリヤナギ	<i>S. integra</i> THUNB
ウンリュウヤナギ*	<i>S. matsudana</i> forma <i>tortuosa</i> REHD.
シダレヤナギ*	<i>S. babylonica</i> LINN.
オニグルミ	<i>Juglans ailanthifolia</i> CARR.
ダケカンバ	<i>Betula ermanii</i> CHAM.
シラカンバ	<i>B. platyphylla</i> var. <i>japonica</i> HARA
ヒメヤシャブシ	<i>Alnus pendula</i> MATSUM.
ヤシャブシ*	<i>A. firma</i> SIEB. et ZUCC.
ミヤマハンノキ	<i>A. maximowiczii</i> CALLIER
ハンノキ	<i>A. japonica</i> STEUD.
ケヤマハンノキ	<i>A. hirsuta</i> TURCZ.
コバノヤマハンノキ	<i>A. inokumae</i> MURAI et KUSAKA
ブナ	<i>Fagus crenata</i> BLUME
クリ	<i>Castanea crenata</i> SIEB. et ZUCC.
コナラ	<i>Quercus serrata</i> THUNB.
ミズナラ	<i>Q. mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i> REHD. et WIKS.
カシワ	<i>Q. dentata</i> THUNB.
クヌギ*	<i>Q. acutissima</i> CARRUTHERS
ケヤキ*	<i>Zelkova serrata</i> MAKINO
エノキ*	<i>Celtis sinensis</i> PERSOON
オヒョウ	<i>Ulmus laciniata</i> MAYR
ハルニレ	<i>U. davidiana</i> var. <i>japonica</i> NAKAI
ヤマグワ	<i>Morus bombycis</i> KOIDZ.
ウツギ	<i>Deutzia crenata</i> SIBE. et ZUCC.
ハマナス	<i>Rosa rugosa</i> THUNB.
スモモ*	<i>Prunus salicina</i> LINDL.
エゾヤマザクラ	<i>P. sargentii</i> REHDER
ナナカマド	<i>Sorbus commixta</i> HEDL.
アズキナシ	<i>S. alnifolia</i> C. KOCH
エゾノコリンゴ	<i>Malus baccata</i> var. <i>mandshurica</i> C. K. SCHN.
イタチハギ*	<i>Amorpha fruticosa</i> LINN.
ニセアカシア*	<i>Robinia pseudoacacia</i> LINN.
ネムノキ*	<i>Albizzia julibrissin</i> DURAZZINI
キハダ	<i>Phellodendron amurense</i> RUPR.
マサキ*	<i>Enonymus japonicus</i> THUNB.
イタヤカエデ	<i>Acer mono</i> MAXIM.
ベニイタヤ	<i>A. m.</i> var. <i>mayrii</i> KOIDZ.
ヤマモミジ	<i>A. palmatum</i> var. <i>matsumurae</i> MAKINO
ハウチワカエデ	<i>A. japonicum</i> THUNB.
ネングドカエデ	<i>A. negundo</i> LINN.

シナノキ	<i>Tilia japonica</i> SIMONKAI
アキグミ	<i>Elaeagnus umbellata</i> THUNB.
ナツグミ	<i>E. multiflora</i> THUNB.
コシアブラ	<i>Acanthopanax sciadophylloides</i> FRANCH. et SAVAT.
ハリギリ	<i>Kalopanax pictus</i> NAKAI
ヤチダモ	<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i> MAXIM.
ハマゴウ*	<i>Vitex rotundifolia</i> LINN.
ハコネウツギ	<i>Weigela coraeensis</i> THUNB.
キンギンボク	<i>Lonicera morrowii</i> A. GRAY

Summary

The present paper deals with the shelterbelt establishment along the coastal plains in Hokkaido, the cool temperate region of Japan, from the point of view of the technical possibility with the most suitable material and method.

On the living material engineering, the author has investigated natural shelterbelts, artificial shelterbelts and homestead woods established or being established in time-space relations in Hokkaido and northern Honshu, and has tried to establish better shelterbelts in Hokkaido. From these results, the author proposes a new technical method for the shelterbelt establishment in the cool temperate region. This new technical method of the living material engineering can be applied to afforestation at the naked slopes of hillsides and mountainsides for soil-water conservation and avalanche control.

I. Material and method for the shelterbelt establishment, suitable for the coastal plains in the cool temperate region of Japan, are as follows.

1. *Natural shelterbelts.* Todo-fir, *Abies sachalinensis*, Japanese oak, *Quercus mongolica* var. *grosseserrata* and Itaya-maple, *Acer mono*, are the dominant species in natural shelterbelts along the coastal plains in Hokkaido. They establish themselves 10 meter high in mixed forests of about 100 meter wide, about 200 meter apart from the shore line.

These natural forests are usually even-aged, 50 to 100 years of age, and their roots more concentrate into the layer of volcanic ash everywhere, in comparison with layers of local soil material such as sand, peat and heavy clay.

2. *Artificial shelterbelts against wind and drift.* There are many problems on the shelterbelts being established—nearer sites from shore lines, narrower belts, insufficient site preparation, unsuccessful planting method following to pioneer belts of willows, *Salix* spp., preference of exotic trees, construction of weak and expensive wind fences, insufficient tending practices, and so on.

3. *Afforestation on sand dunes and peat-bogs.* The sand dunes or peat-bogs often contain

layers of volcanic ash, which give better rooting space to the trees planted. Drainage, plowing and transporting mineral soils by machines have prepared better sites for the growth of trees planted.

4. *Homestead woods as a shelter.* At private homestead woods, indigenous trees have been planted by natural stock planting or direct branch-cutting of willows against wind, sand drift and snow drift. They are "time-honoured" as a model in the dense, single-row planting and the sufficient tending practices for the official shelterbelt establishment.

II. From the above-mentioned studies, the technical possibility of the shelterbelt establishment along the coastal plains in the cool temperate region are discussed as follows.

1. *Suitabilities of tree species to be used.* There are sufficient numbers of indigenous tree species as living material, which are suitable to establish themselves under severe conditions. By the combination of several species and the planting method of nursery stock planting, branch-cutting or direct seeding, we can establish better shelterbelts than natural ones.
2. *Site preparation by machines.* Uprooting removes completely the pre-existing vegetation and accelerates initial growth of trees planted there. Transporting of mineral soils, plowing and drainage are easily practiced by the machines in civil engineering and agriculture. And this site preparation gives better, deepened rooting spaces to the growth of trees planted under the severe climatic conditions.
3. *Wind banks and wind fences.* Wind fences have many problems that are short-lived, hand-made, expensive, unsuccessive to the site preparation, and so on. On the contrary, wind banks are easily constructed by the machines in civil engineering, being combined effectively with the site preparation, and protect firmly the front lines of shelterbelts.
4. *Planting practices.* The material must be chosen out of the tree species most suitable and tolerant to the environmental conditions of a given site. In order to obtain the best growth and effect, the planting in shelterbelts must be practiced by the mass planting— hedge, bundle and/or slant planting method. We need the pioneer belts of willows planted by branch-cutting for establishing shelterbelts exactly and quickly. And, after several years, we can establish the more effective proper belts, by planting the proper belt trees, with nursery stocks, branch-cutting, or direct seeding, among or under the protective pioneer belts in the hedge planting unit.
5. *Tending and regeneration.* Tending of shelterbelt trees, living material planted, must be always practiced under severe environmental conditions. The technical sequence in the tending is mowing, cultivation, pruning, trimming, and thinning in order to establish sound and effective shelterbelts. The lifetime limits of the living material and the necessity of successive effectiveness demand the regeneration of the shelterbelts established in the alternate hedge unit planting. Unsuccessful artificial shelterbelts and sparse natural shelterbelts must be improved by site preparation and planting in the alternate narrow belt unit. In addition to sound and effective shelterbelts, the changing social needs demand a new landscape planning.